



Energía

20
23

ACTUALIZACIÓN DE LAS GUÍAS MINERO///AMBIENTALES

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO GGC-1047-2023

Suscrito entre el Ministerio
de Minas y Energía y la
Universidad Nacional de
Colombia-sede Medellín,
observatorio ÍGNEA

ANEXO FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**Convenio interadministrativo GGC-1047-2023
suscrito entre el Ministerio de Minas y Energía y la
Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín**

**Anexo 3: Fichas de manejo ambiental de las guías
minero ambientales**

Ministerio de Minas y Energía

**Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín,
Observatorio ÍGNEA**

Mayo, 2024

Contenido

Presentación	5
1. Identificación de impactos	6
2. Estructura de las fichas técnicas	6
3. Propuesta de fichas de manejo ambiental.....	9
3.1. Componente Aire	9
3.1.1. Programa de manejo de la calidad del aire - Subprogramas de manejo de: humo, gases, vapores y material particulado, emisiones de ruido y ruido ambiental, olores ofensivos	9
3.2. Componente Geología, Geomorfología Y Geotécnica.....	14
3.2.1. Programa de manejo de la geología, geotecnia y geoforma del terreno - Subprogramas de manejo de: las condiciones geotécnicas de estabilidad (taludes, subsidencia o hundimientos) y de la geoforma del terreno	14
3.3. Componente Hidrogeológico	19
3.3.1. Programa de manejo de agua subterránea - Subprogramas de manejo de: calidad, oferta y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	19
3.4. Componente Hidrológico	23
3.4.1. Programa de manejo de aguas superficiales - Subprogramas de manejo de: calidad, oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial	23
3.5. Componente suelos	28
3.5.1. Programa de manejo para mejorar la calidad del suelo - Subprogramas de manejo de: procesos erosivos, movimientos en masa, estériles, pérdida o alteración de suelo	28
3.5.2. Programa de manejo integral de residuos sólidos y RESPEL - Subprogramas de manejo de: residuos reutilizables o reciclables, disposición de residuos ordinarios, tratamiento y disposición de residuos especiales RESPEL	34
3.6. Componente paisaje	40
3.6.1. Programa de manejo de calidad visual del paisaje - Subprogramas de manejo de: la calidad del paisaje	40
3.7. Componente flora y fauna	45
3.7.1. Programa de manejo de flora y fauna - Subprogramas de manejo de: flora y protección de comunidades de fauna	45
3.8. Componente social	50
3.8.1. Programa de manejo integral del medio socioeconómico.....	50

Fuente: adaptado de las guías minero-ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Minas y Energía de 2002 y 2015	54
4. Indicadores.....	54

Tablas

Tabla 1. Contenido de las fichas técnicas.....	6
Tabla 2. Programa de manejo de la calidad del aire.....	9
Tabla 3. Programa de manejo de la geología, geomorfología y geoforma del terreno	14
Tabla 4. Programa de manejo de la agua subterránea.....	19
Tabla 5. Programa de manejo de la agua superficial	24
Tabla 6. Programa de manejo de alteraciones a la calidad del suelo	28
Tabla 7. Uso de la tierra para escenarios posteriores a la explotación	31
Tabla 8. Programa de manejo integral de residuos sólidos y RESPEL	34
Tabla 9. Clasificación de generación de residuos	37
Tabla 10. Programa de manejo de la calidad del paisaje	40
Tabla 11. Programa de manejo de flora y fauna.....	45
Tabla 12. Programa de manejo integral del medio socioeconómico.....	50
Tabla 13. Indicadores de efectividad para cada CEL.....	54

Figuras

Figura 1. Clasificación de residuos sólidos y distintos tipos de gestión de estériles.....	39
---	----

Presentación

Las guías minero ambientales de exploración, explotación, beneficio y transformación, expedidas mediante la Resolución 18-0861 de 2002, emitida por los ministerios de Minas y Energía y de Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, fueron actualizadas mediante un convenio suscrito entre el Ministerio de Minas y Energía y la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, en cumplimiento de la sentencia del Consejo de Estado del 4 de agosto de 2022, que promueve la protección del ambiente y la gestión sostenible de recursos.

El presente anexo correspondiente a las fichas de manejo ambiental, hace parte integral de las guías minero ambientales de exploración, explotación, beneficio y transformación, y la nueva guía de formalización y pequeña minería, en las que se relacionan las actividades, obras o acciones para cada uno de los componentes del medio biótico, abiótico y socioeconómico, las cuales sirven de orientación para ser aplicadas durante el desarrollo del proyecto minero; estas fichas se encuentran encaminadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales generados.

Las medidas de manejo ambiental presentadas en este anexo son genéricas, es por ello que se sugiere disponer de un equipo interdisciplinario para adaptar y ajustar las fichas de manejo ambiental acorde a las condiciones técnicas, ambientales, territoriales y socioeconómicas del área de interés minero.

1. Identificación de impactos

Se sugiere consultar y utilizar los siguientes documentos, donde se reporta la clasificación de impactos ambientales estandarizados que facilitan la identificación, evaluación y manejo de los posibles efectos que se pueden presentar durante el desarrollo de las actividades mineras inducido el beneficio y transformación de minerales.

- Clasificación de impactos, denominada “Categorías Estandarizadas de Impactos Ambientales - CEI”, los cuales se pueden consultar en la página web de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, que sirven para homologar el nombre y la definición de los impactos identificados y evaluados en los Estudios de Impacto Ambiental y permiten no solo acotar, sino identificar con mayor facilidad las medidas de manejo que resultan eficaces para el control de cada categoría, teniendo en cuenta los componentes, efectos y parámetros asociados.
- Listado de impactos ambientales específicos 2021 expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS para el proceso de licenciamiento ambiental, los cuales se pueden consultar en la página web.

2. Estructura de las fichas técnicas

Cada una de las fichas de manejo ambiental tiene la siguiente estructura que se relaciona en la Tabla 1

Tabla 1. Contenido de las fichas técnicas

ITEM	DESCRIPCIÓN
Componente	Unidad de análisis que agrupa factores ambientales y que a su vez constituye uno de los elementos que conforman un medio (abiótico, biótico o socioeconómico); por ejemplo, los componentes geológico, geomorfológico, paisaje, edafológico, hidrológico, hidrogeológico, oceanográfico, geotécnico y atmosférico, conforman el medio abiótico.
Nombre del programa	Nombre del programa del cual forma parte la ficha, entre estos (programa de manejo de aguas, programa de manejo de aire, programa para manejo de suelos, programa de manejo biótico, programa de manejo social, programa de manejo de combustibles, sustancias químicas y explosivos, Programa de manejo de residuos y programa de manejo de disposición final de estériles, colas y residuos).
Nombre del subprograma	Denominación específica de la ficha según el programa, por ejemplo manejo de agua de mina, manejo de emisiones, etc.
Objetivo	Se debe indicar de manera específica y precisa la finalidad con la cual

	se pretende desarrollar cada medida, Por ej.: aplicar las medidas de manejo ambiental para la reducción de emisiones)									
Meta	El resultado esperado o imaginado de un sistema, una acción o una trayectoria, es decir, aquello que esperamos obtener o alcanzar mediante un procedimiento específico.									
Actividades que ocasionan el impacto	Factores, actividades o riesgos que ocasionan el impacto ambiental									
Impacto ambiental	<p>Cualquier alteración sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico), que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.</p> <p>Se precisa que, en las fichas de manejo ambiental, solo se relaciona el impacto general de la clasificación de impactos ambientales estandarizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, según el documento denominado del “Listado de impactos específicos 2021”, por lo cual el interesado en la elaboración de las fichas de manejo ambiental, debe definir el impacto específico que le aplique al proyecto.</p> <p>A continuación se muestra un ejemplo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Impacto general</th><th>Impacto específico</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Alteración de calidad del suelo</td><td>Cambio en la oferta de aguas subterráneas</td></tr> <tr> <td>Cambio en los niveles piezométricos (estáticos) de los acuíferos</td></tr> <tr> <td>Incremento o disminución de la recarga de acuíferos</td></tr> <tr> <td>Incremento o disminución del nivel freático</td></tr> <tr> <td>Incremento o disminución del volumen de las aguas subterráneas</td></tr> <tr> <td>Pérdida de afloramientos o nacimientos de agua</td></tr> </tbody> </table>	Impacto general	Impacto específico	Alteración de calidad del suelo	Cambio en la oferta de aguas subterráneas	Cambio en los niveles piezométricos (estáticos) de los acuíferos	Incremento o disminución de la recarga de acuíferos	Incremento o disminución del nivel freático	Incremento o disminución del volumen de las aguas subterráneas	Pérdida de afloramientos o nacimientos de agua
Impacto general	Impacto específico									
Alteración de calidad del suelo	Cambio en la oferta de aguas subterráneas									
	Cambio en los niveles piezométricos (estáticos) de los acuíferos									
	Incremento o disminución de la recarga de acuíferos									
	Incremento o disminución del nivel freático									
	Incremento o disminución del volumen de las aguas subterráneas									
	Pérdida de afloramientos o nacimientos de agua									
Tipo de medida de manejo ambiental	Las medidas de manejo deben <u>prevenir</u> los impactos; si ello no resulta factible, deben centrar su propósito en <u>mitigarlos</u> ; si no es practicable prevenir ni mitigar, las medidas deben enfocarse en <u>corregir</u> los impactos y; si no es posible desarrollar ninguna de las medidas mencionadas con anterioridad, entonces y solo entonces, se deben <u>compensar</u> los impactos ambientales residuales que aún permanezcan. Estas medidas de manejo son complementarias entre sí y no sustitutas.									

Acciones a desarrollar	<p>Acciones a desarrollar para el manejo ambiental, adaptado al tipo de explotación minera, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada, en el cual se brinden especificaciones técnicas, cálculos y demás elementos de diseño que permitan la ejecución acertada de la medida de manejo (con memorias de cálculo que soporten los diseños), para alcanzar el objetivo y la meta propuesto de la ficha.</p> <p>Se le informa al interesado que las acciones, obras o actividades que se describen en cada una de las fichas de manejo ambiental, corresponden a algunas propuestas que se podrían aplicar en el desarrollo de la actividad minera, no obstante, no son las únicas que existen para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales, por lo que se puede presentar otras alternativas acorde a las condiciones técnicas, ambientales, sociales, territoriales y económicas del proyecto</p>
Lugar de aplicación de las medidas de manejo ambiental	Se debe indicar con precisión la ubicación del sitio, área o trayecto en el cual se ejecutará la medida y el plano de localización
Personal técnico de apoyo sugerido	Se refiere a las características de formación profesional, capacitación y experiencia requerida para el personal que dirige, desarrolla y controla, la ejecución de la medida, indicando la especialidad en la acción a ejecutar en la ficha.
Seguimiento y monitoreo /Indicadores	<p>Se deben señalar los indicadores de seguimiento y monitoreo que se utilizarán tales como muestreos, observaciones, registro de avances de ejecución técnica y financiera, resultados o efectividad de la medida, receptividad en el medio (entorno abiótico biótico y socioeconómico); grado de participación de las comunidades. Además de establecerse los mecanismos de control y monitoreo se definirá la periodicidad de los mismos.</p> <p>Indicadores</p> <p>Indicadores que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de las metas propuestas para cada objetivo, así como determinar la efectividad de cada ficha de manejo ambiental</p> <p>Los objetivos planteados deben aludir al cambio que se quiere lograr, y las metas por su parte, deben ser formuladas en términos cuantificables de cantidad, calidad, tiempo, y tener relación directa con las actividades, con los objetivos y poder ser verificadas de manera objetiva.</p> <p>Los indicadores deben permitir que se establezca la gradualidad en que se van alcanzando los objetivos de cada ficha. La descripción de éstos debe incluir medidas de cantidad, calidad y tiempo de implementación, con el propósito de conocer si la medida está siendo efectiva para prevenir o mitigar los impactos a los que alude.</p>

	Para este caso se deben adoptar el sistema de indicadores, propuestos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, en el documento denominado "listado de indicadores efectivos en el proceso de licenciamiento ambiental".
Cronograma	Se deberá presentar un cronograma de trabajo de las acciones o actividades planteadas para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales potenciales a generar por el proyecto. Se debe establecer los tiempos esperados para cada una de actividades del proyecto en las diferentes etapas del mismo (exploración, construcción y montaje, explotación, beneficio y transformación, y cierre y abandono).
Costos de implementación	Se debe aportar los costos relacionados con: tecnologías, herramientas, equipos, profesionales, monitoreo y seguimiento, materiales y caracterización requeridos en cada una de las actividades, obras o acciones de manejo ambiental a desarrollar.

Fuente: elaboración propia adaptada de la normatividad ambiental

3. Propuesta de fichas de manejo ambiental

A continuación, se relacionan las propuestas de fichas de manejo ambiental para los componentes de cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico que podrán ser implementadas y adaptadas a las condiciones jurídicas, técnicas, ambientales, territoriales y sociales y económicas propias de cada proyecto minero

✓ MEDIO ABIÓTICO

3.1. Componente Aire

3.1.1. Programa de manejo de la calidad del aire - Subprogramas de manejo de: humo, gases, vapores y material particulado, emisiones de ruido y ruido ambiental, olores ofensivos

Tabla 2. Programa de manejo de la calidad del aire

COMPONENTE ATMOSFÉRICO	
Programa de manejo de la calidad del aire	
Subprograma 1: Manejo de humo, gases, vapores y material particulado	
Subprograma 2: Manejo de emisiones de ruido y ruido ambiental	
Subprograma 3: Manejo de olores ofensivos	
OBJETIVO	Implementar las medidas de manejo para la protección del recurso aire en lo referente a: la emisión de material particulado, gases contaminantes, niveles de presión sonora y olores ofensivos que podrían generarse por el desarrollo del proyecto.

METAS	Cumplir con los niveles máximos permisibles conforme a lo establecido en las normas ambientales vigentes, en lo relacionado con: emisiones atmosféricas, calidad del aire, presión sonora y olores ofensivos.									
ASPECTO AMBIENTAL		Actividad	Exploración	Explotación						
		Arranque cargue y transporte interno y externo de materiales	X	X	X					
		Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves	X	X	X					
		Frentes de explotación a cielo abierto		X						
		Apertura y adecuación de vías de acceso	X	X	X					
		Desmantelamiento de infraestructura	X	X	X					
		Perforación y voladura	X	X						
		Almacenamiento y disposición de residuos sólidos, líquidos y gaseosos	X	X	X					
		Beneficio de minerales (Trituración, molienda, clasificación y procesos pirometalúrgicos)			X					
		Transporte de insumos, equipos y personal	X	X	X					
IMPACTO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none">- Alteración de la calidad del aire- Alteración a las propiedades físicas del aire- Alteración en los niveles de presión sonora- Generación de olores ofensivos									
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación			
	-									
ACCIONES POR DESARROLLAR										
Subprograma 1: Manejo de humo, gases, vapores y material particulado										
<ul style="list-style-type: none">- Cubrimiento y humedecimiento de áreas expuestas a la acción del viento y vías de acceso, por ejemplo, carro tanque para el riego de vías, con flautas y/u otro sistema de riego, o pavimentación de los accesos permanentes del proyecto.- Uso de carpas, reductores de velocidad y limitaciones en horarios de circulación de vehículos- Señalizar con control de velocidad el 100% de las vías del proyecto- Pantalla rompevientos, Cercas vivas, Repoblamiento vegetal de las áreas adyacentes a las actividades mineras- Reducir el área y exposición de los materiales almacenados.- Explorar la posibilidad de implementar la economía circular, reutilizándolos en el proceso de beneficio y/o en procesos externos al proyecto minero- Planear la ubicación de sitios de acopio, maquinas, hornos, trituradoras y áreas de servicio (infraestructura de										

Comentado [AMQ1]: Se incluye columna de construcción y montaje. En la mitad.

soporte) por fuera del área de influencia de las comunidades de la zona, utilizando como criterio básico la dirección dominante de los vientos.

- Mantenimiento preventivo y correctivo de vías, vehículos y maquinaria, por ejemplo, garantizar que el 100% de los vehículos asociados al proyecto cumplan con el certificado técnico-mecánico y de gases vigente.
- Las fuentes fijas asociadas con las actividades de beneficio y/o transformación requerirán del diseño e instalación de sistemas de control de emisiones, con el fin de asegurar la reducción en las emisiones de material particulado y cumplir los niveles permisibles establecidos en la norma vigente aplicable.
- Se debe exigir a los trabajadores mineros usar respiradores contra polvo durante, inmediatamente después de la operación efectiva de la voladura.
- En caso de requerirse se deben humectar las pilas existentes de material explotado, evitando la dispersión de material particulado.
- Las voladuras que se realicen en operaciones mineras a cielo abierto, deberían hacerse en la medida de lo posible, en horarios donde se presenten vientos en calma.
- Las voladuras deberán ejecutarse bajo manejo técnico ambiental y prácticas estandarizadas.
- En relación con las operaciones de minería subterránea las voladuras deberán conducirse al finalizar los turnos, con el objeto de maximizar el tiempo disponible para ventilar apropiadamente el lugar de trabajo.
- Debe dejarse un tiempo prudencial antes de ingresar al lugar de trabajo después de una voladura. Este tiempo lo determinará la valoración de riesgos asociados a la actividad.
- Los explosivos seleccionados deberán tener la resistencia adecuada al agua, luego de efectuada la carga, la explosión deberá realizarse en el menor tiempo posible.
- Deben disponerse sistemas de ventilación basados en estudios técnicos que garanticen la dilución de gases o material particulado asociados a la actividad.
- Implementar en la medida en que sea requerido medidas tecnológicas para la disminución de emisiones como por ejemplo: barreras mecánicas, inyectores de agua, captadores de polvo (ciclones, filtros, precipitadores), combustibles bajo en carbono/renovables para las fuentes estacionarias de generación de energía.
- Se deberá documentar mediante procedimientos, establecer protocolos para el desarrollo de la actividad de perforación y voladura.

Subprograma 2: Manejo de emisiones de ruido y ruido ambiental

- Identificación de los puntos críticos de altos niveles de ruido para establecer las medidas necesarias, se sugiere utilizar herramientas como los mapas de ruido ambiental que permitirán visualizar y comprender las situaciones de ruido en una determinada área.
- Construcción o generación de barreras, pantallas y medios naturales que eviten la propagación del ruido, como plantaciones, barrancos y diques, entre otros.
- Establecer medidas de manejo para mitigar ruidos producidos por: por pitos, bocinas, motores desajustados y frenos, entre otros.
- Capacitación a todo el personal de la mina y a contratistas sobre las medidas de manejo ambiental para la mitigación del ruido.
- Mantenimiento oportuno de equipos y maquinaria utilizada en las actividades mineras.
- Identificar alternativas de rutas de transporte que eviten el paso en zonas pobladas.
- Ubicar el beneficio de minerales lo más alejada posible de las zonas pobladas.
- Los encerramientos acústicos para la reducción del ruido, tanto al interior como exterior de las plantas de beneficio y transformación como en los demás lugares donde se genere ruido.
- Se debe identificar las fuentes de ruido y disponer las medidas de control que sean aplicables a cada una de ellas.
- Implementar sistemas de control y mitigación (aisladores acústicos) necesarios para asegurar que en ningún momento se superen los niveles de emisión de ruido establecidos en la normativa vigente aplicable, o la que la modifique o sustituya, para aquellas fuentes de emisiones sonoras representativas y que sean objeto de control. Presentar los respectivos soportes en los informes de Cumplimiento Ambiental -ICA.
- Implementar procesos de reducción de niveles de ruido, tales como: buenas prácticas (control de velocidad de vehículos, realización de actividades generadoras de ruido diurno, mantenimiento periódico de equipos), cambio

Comentado [AMQ2]:

de tecnología (sustitución de equipos que generen menos niveles de emisión de ruido), entre otros.

- Reducir la cantidad de explosivos detonados en periodos cortos de tiempo
- Usar sistemas de retardo apropiados cuando se inicia la explosión
- Exigir que todos los empleados, dentro del área de la voladura de las minas empleen protección auditiva durante las operaciones efectivas de la voladura.
- La voladura debe estar diseñada de tal forma que tenga tiempos detonación en donde se mitigue la emisión de ruido y la proyección de partículas.
- Limitar el confinamiento de explosivos a la roca del lecho, si se puede remover la sobrecarga por otros medios
- Reducir el número de voladuras mediante el uso de tiros más grandes.

Subprograma 3: Manejo de olores ofensivos

- Formular el Programa para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos- PRIO en caso de cumplir los requisitos establecidos en el Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos, adoptados por la normativa vigente aplicable, o aquella que la modifique o la sustituya
- Implementar procesos de reducción de olores tales como: buenas prácticas, mejoras de procesos, cambios de tecnología, entre otros.
- Usar recipientes y contenedores herméticos para el almacenamiento de materiales sólidos y líquidos que generen algún tipo de olor
- Las áreas de acopio, almacenamiento y disposición de residuos sólidos deberán disponer de una infraestructura adecuada que las aislé de condiciones climatológicas y estar ubicadas en zonas aisladas o de baja concurrencia en el proyecto.
- En caso de que en la actividad se cuente con tratamientos de aguas residuales, estos deberán implementar medidas para evitar fugas, malos olores, entre otros.

LUGAR DE APLICACIÓN

- Sitios de exploración y explotación
- Zonas de beneficio y transformación del mineral
- Zonas de construcción y adecuación de infraestructura
- Zonas de almacenamiento, centros de acopio y residuos mineros
- Vías internas y externas
- Zona de disposición de residuos sólidos y líquidos
- Plantas de tratamiento de agua residual

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Ingeniero de minas y ambiental o afines con experiencia en aire.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Subprograma 1: Manejo de humo, gases, vapores y material particulado

- El monitoreo dará cumplimiento a lo establecido en el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica generadas por Fuentes Fijas y el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire en sus versiones vigentes.
- Para fuentes a las que no se le aplique la medición directa por aspectos técnicos o de seguridad, se aplicarán métodos alternativos como factores de emisión y balances de masas, teniendo en cuenta además lo establecido en la Guía para la Elaboración de Inventarios de Emisiones Atmosféricas del MinAmbiente.
- Presentar la información georreferenciada de los monitoreos de la calidad del aire, de acuerdo con el modelo de almacenamiento geográfico establecido en la normativa vigente aplicable, o aquella que la modifique o sustituya. Los contaminantes a monitorear serán los definidos en la normativa vigente aplicable, o aquella que la modifique o sustituya.

Subprograma 2: Manejo de emisiones de ruido y ruido ambiental

- Se realizarán monitoreos de emisión de ruido considerando todas las fuentes generadoras identificadas dentro del proyecto. Las mediciones deben cubrir los periodos diurnos y nocturnos para el mismo día.
- Los monitoreos se realizarán según los procedimientos y parámetros establecidos en la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental vigente.
- En los informes de los monitoreos de emisión de ruido se incluirá la información requerida en la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental vigente. El informe incluirá la comparación de las mediciones con los estándares máximos permisibles establecidos en la misma resolución.
- Se realizarán monitoreos de ruido ambiental de manera simultánea en los diferentes puntos de medición o en los periodos de operación más representativos en tiempo y lugar de la actividad. Dichos puntos coincidirán con los puntos monitoreados en la línea base presentada en el EIA, y en caso de que se presenten nuevos potenciales receptores de interés, se considerarán puntos adicionales de monitoreo, las cuales estarán localizados estratégicamente respecto a la ubicación de estos receptores.

Subprograma 3: Manejo de olores ofensivos

- Se realizarán los monitoreos de emisión de sustancias generadoras de olores ofensivos de acuerdo con los métodos establecidos en el Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos, en su versión vigente.
- Se evaluarán los niveles permisibles de calidad de aire de inmisión de olores ofensivos de sustancias o mezclas de sustancias mediante la realización de monitoreos de acuerdo con los métodos establecidos en la norma ambiental vigente aplicable relacionada con la gestión y monitoreo de olores ofensivos.

Para todos los subprogramas

- Incluir en la ficha de manejo ambiental los indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), que se seleccionarán de acuerdo con los alcances y necesidades del proyecto minero y se encuentra disponible en la web en el siguiente enlace

https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/02_transformacionales/03_nuevo_modelo/Documentos/27-08-2022-Indicadores_de_efectividad.pdf

- Establecer indicadores, según las necesidades del proyecto. Las tipologías del indicador pueden ser de cumplimiento, evaluación, eficacia y eficiencia (ANLA, 2018 pág. 10). Los indicadores hacen parte fundamental de la construcción del análisis de internalización, en la evaluación económica ambiental EEA, y permiten comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el servicio ecosistémico que se está evaluando y para su aplicación, se recomienda el uso de indicadores que expresen la cantidad del efecto externo en forma cuantitativa (Bickel & Friedrich, 2005 tomado de ANLA, 2018, pág. 2)

Ejemplo de Indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), para el manejo de la calidad del aire, ruido, ruido ambiental y olores ofensivos

Nombre del indicador	Descripción
Índice de la Calidad del aire -ICA-	El ICA es un valor adimensional para reportar el estado de la calidad del aire en función de un código de colores al que están asociadas unos efectos generales que deben ser tenidos en cuenta para reducir la exposición a altas concentraciones por parte de la población.
Reducción de la emisión de los gases y/o material particulado	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.

Fuentes fijas puntuales de emisiones de gases y/o material particulado controladas	Este indicador representa el control de las fuentes fijas puntuales de emisión de gases y/o material particulado del POA, en términos del cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.	
Fuente de emisión de ruido controladas	Este indicador representa el control de las fuentes de emisión de ruido del POA, en términos del cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.	
Excedencia de niveles de emisión de ruido	Este indicador representa la excedencia de las emisiones de ruido, calculada a partir del monitoreo y/o estimación de las emisiones de las fuentes con las que cuente el POA, y su comparación con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.	
Reducción de emisión de olores ofensivos	Este indicador representa el índice de reducción de las emisiones de olores ofensivos en términos de porcentaje, calculada a partir del monitoreo y/o estimación de las emisiones de las fuentes con las que cuente el POA con y sin sistemas de control.	
Cronogramas y costos		Este ítem deberá ser elaborado con fundamento a las obras, actividades y acciones de manejo ambiental planteadas para las particularidades del proyecto

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

Comentado [AMQ3]: Revisar referencia GMA 2022. 2015 NO SON GUIAS OFICIALES.

3.2. Componente Geología, Geomorfología Y Geotécnia

3.2.1. Programa de manejo de la geología, geotecnia y geoforma del terreno - Subprogramas de manejo de: las condiciones geotécnicas de estabilidad (taludes, subsidencia o hundimientos) y de la geoforma del terreno

Tabla 3. Programa de manejo de la geología, geotecnia y geoforma del terreno

COMPONENTE GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y GEOTÉCNIA	
Programa de manejo de la geología, geotecnia y geoforma del terreno	
Subprograma 1: Manejo de las condiciones geotécnicas de estabilidad (taludes, subsidencia o hundimientos)	
Subprograma 2: Manejo de la geoforma del terreno	
OBJETIVO	Ejecutar medidas de manejo ambiental en el desarrollo de las actividades mineras que contribuyan a la adecuada intervención geológica, geomorfológica y geotécnica del terreno
METAS	Implementar medidas que permitan realizar un seguimiento de posibles cambios o alteraciones que se puedan presentar en la geología, geoforma y geotecnia del terreno por el desarrollo de las actividades mineras

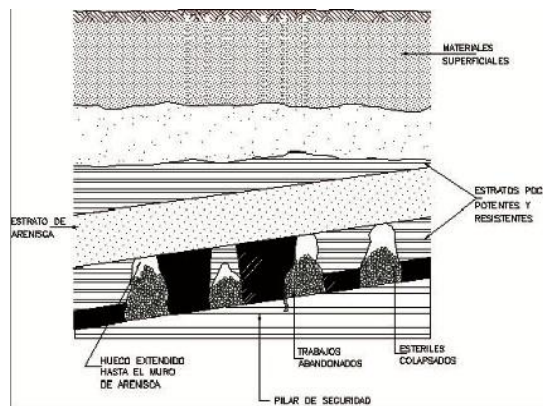
Comentado [AMQ4]: Ajustar construcción y montaje

Aspecto Ambiental	Actividad	Etapas en la que se presenta					
		Exploración	Explotación	Beneficio y transformación			
	Arranque de materiales	X	X	X			
	Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves	X	X	X			
	Frentes de explotación		X				
	Apertura y adecuación de vías de acceso	X	X	X			
	Construcción, adecuación y desmantelamiento de infraestructura	X	X	X			
	Perforación y voladura	X	X				
IMPACTO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none">- Alteración de las condiciones geológicas- Alteración de la geoforma del terreno- Alteración de las condiciones geotécnicas						
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación
ACCIONES POR DESARROLLAR							
Subprograma 1: Manejo de las condiciones geotécnicas de estabilidad (taludes, subsidencia o hundimientos)							
<ul style="list-style-type: none">- Elaborar un informe que detalle las condiciones geológicas para el área donde se realizarán actividades, obras o trabajos del proyecto y con una escala adecuada para dicho fin.- Realizar un estudio geomecánico que permita determinar la clasificación de macizo rocoso y poder establecer posibles mecanismos de falla frente a la propuesta de explotación y propuesta de reconfiguración del terreno.- Acorde a las propiedades geomecánicas del área a intervenir, se debe implementar las acciones necesarias que garanticen la estabilidad geotécnica del terreno, tales como pernos, gaviones, diques, bancos, retrolleado de áreas abandonadas, puertas en madera, manejos de agua (superficial y subterránea), entre otros.- Las actividades, obras o trabajos se deben desarrollar y ejecutar de forma técnica acorde a lo aprobado por la autoridad minera y ambiental.- Realizar periódicamente recorridos por el área del proyecto con el fin de evidenciar problemas de inestabilidad o subsidencia, y establecer medidas técnicas correctivas o predictivas.- Identificar, monitorear y controlar los problemas de inestabilidad (superficiales y subterráneos) que se puedan presentar por el desarrollo de las diferentes actividades, obras o trabajos del proyecto, e implementar medidas de sostenimiento y de estabilización.- Previo a la instalación de algún sistema de sostenimiento o contención se recomienda inspeccionar las condiciones de seguridad para el acceso del personal, y adicionalmente demarcar dicha área con cintas reflectivas y letreros de manera que se restrinja el acceso a personas no autorizadas.- El sostenimiento instalado debe ser inspeccionado de forma periódica de manera que se garantice las óptimas condiciones de su funcionamiento.- Se debe conformar las pendientes adecuadas para los taludes dependiendo de las condiciones geotécnicas del terreno y de los criterios de diseño del estudio geotécnico definiendo los tratamientos y secuencia constructiva para implementar las obras, de tal forma que se garantice un grado de estabilidad aceptable durante construcción y operación del proyecto. Así mismo se deben implementar las obras para el manejo adecuado de agua que ayude a la estabilización del terreno.- Para controlar los procesos erosivos en zonas intervenidas, se recomienda realizar la revegetalización de dichas áreas priorizando la siembra de especies nativas y gramíneas- En el caso de evidenciar subsidencia o hundimientos superficiales se recomienda demarcar dicha área como medida preventiva y se procederá al análisis técnico de la causa de la ocurrencia, con el fin de establecer las							

medidas correctivas a las que haya lugar.

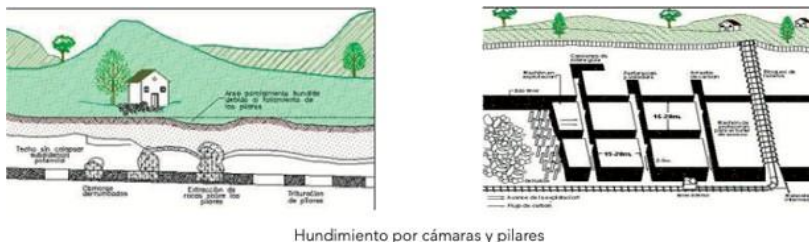
- Se recomienda instalar señalización de tipo informativa, preventiva y de seguridad en cada una de las áreas que presenten problemas de inestabilidad y/o subsidencia.
- Para la estabilidad de los depósitos de material estéril y de otros materiales, en algunas ocasiones es necesario construir una red de drenajes subsuperficiales, en forma de espina de pescado para recoger las aguas de infiltración.

Comentado [AMQ5]: Sergio envía imagen. Buenas prácticas.
Perfiles de taludes, ANM.
Esto está vigente. Subsidencia.



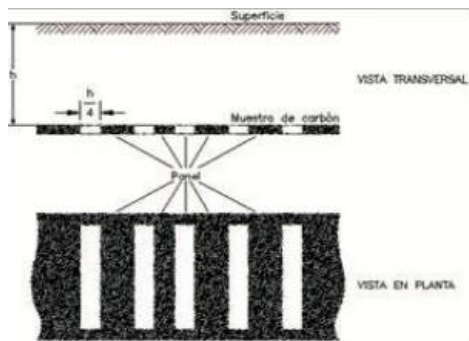
Pilares de seguridad

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



Hundimiento por cámaras y pilares

Fuente: ECOCARBÓN. Tomado y adaptado del Manual para el Control de los Factores de Degradación Ambiental en la Minería Subterránea de Carbón, Whittaker, B. N. y Reddish, D. J., 1975



Extracción parcial

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

Subprograma 2: Manejo de la geoforma del terreno

- Elaborar y disponer de la topografía del área del proyecto previo a la ejecución de actividades, y actualizar la misma durante el desarrollo del proyecto.
- Evitar la intervención y remoción de materiales de áreas que no se requieran para el desarrollo del proyecto.
- Reconformar y restaurar las condiciones geomorfológicas del terreno, a medida que se vaya avanzando la secuencia de explotación minera. Estas condiciones geomorfológicas deben quedar en perfectas condiciones una vez se ejecuten las labores de desmantelamiento cierre y abandono una vez se finalicen.
- Almacenar y disponer de forma adecuada el material removido (estéril, de mina, o sobrante), acorde lo aprobado por la autoridad minera y/o ambiental.
- Reconocer, delimitar y priorizar las zonas con evidencias de procesos morfodinámicos, dentro de estos se encuentran procesos de remoción en masa y erosión concentrada que se presenten en el área de intervención del proyecto.
- Las rondas de coronación deberán construirse a partir de la cresta o parte superior del talud.
- Las bermas empleadas en la adecuación de los taludes tendrán una pendiente adecuada hacia la cara del talud para direccionar las aguas lluvias hacia una obra civil.

LUGAR DE APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Sitios de explotación - Zonas de construcción y adecuación de infraestructura - Zonas de almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas, relaves y escombros - Zonas donde se desarrolla perforación y voladura - Vías internas y externas
PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO	
Ingeniero de minas, Ingeniero ambiental, profesional en geología, profesional forestal o afines, con experiencia relacionada.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
Subprogramas:	

- Se recomienda realizar jornadas de educación ambiental preliminares al inicio de la ejecución de actividades, obras o trabajos del proyecto, dirigidas al personal del involucrado ésta actividad con el fin de divulgar las medidas de manejo asociadas al desarrollo geotécnico y de la geoforma del terreno.
- Establecer una bitácora de control y registro de la cantidad de material removido (estéril, de mina, o sobrante).
- Identificar y demarcar las áreas a intervenir

Para todos los subprogramas

- Incluir en la ficha de manejo ambiental los indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), que se seleccionarán de acuerdo con los alcances y necesidades del proyecto minero y se encuentra disponible en la web en el siguiente enlace

https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/02_transformacionales/03_nuevo_modelo/Documentos/27-08-2022-Indicadores_de_efectividad.pdf

- Establecer indicadores, según las necesidades del proyecto. Las tipologías del indicador pueden ser de cumplimiento, evaluación, eficacia y eficiencia (ANLA, 2018 pág. 10). Los indicadores hacen parte fundamental de la construcción del análisis de internalización, en la evaluación económica ambiental EEA, y permiten comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el servicio ecosistémico que se está evaluando y para su aplicación, se recomienda el uso de indicadores que expresen la cantidad del efecto externo en forma cuantitativa (Bickel & Friedrich, 2005 tomado de ANLA, 2018, pág. 2)

Cronogramas y costos

Este ítem deberá ser elaborado con fundamento a las obras, actividades y acciones de manejo ambiental planteadas para las particularidades del proyecto

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

Comentado [AMQ6]: Corregir citación

3.3. Componente Hidrogeológico

3.3.1. Programa de manejo de agua subterránea - Subprogramas de manejo de: calidad, oferta y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.

Tabla 4. Programa de manejo del agua subterránea

COMPONENTE HIDROGEOLÓGICO									
Programa de manejo del agua subterránea									
Subprograma 1: Manejo de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo									
Subprograma 2: Manejo de la calidad del recurso hídrico subterráneo									
OBJETIVO		Implementar medidas de manejo ambiental en el desarrollo de las actividades mineras que contribuyan a conservar la calidad, oferta y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo							
METAS		Implementar buenas prácticas de manejo de las aguas subterráneas en el área del proyecto minero.							
ASPECTOS AMBIENTALES			Actividad	Exploración		Explotación		Benefició y transformación	
			Perforación y voladura	X		X			
			Operaciones mineras de exploración y explotación	x		x		x	
			Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves	X		X		X	
			Almacenamiento y disposición de residuos sólidos y líquidos	X		X		X	
			Construcción y adecuación de infraestructura	X		X		X	
IMPACTO AMBIENTAL		<div>- Alteración de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo</div> <div>- Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo</div>							
TIPO DEMEDIDA		Prevención		x	Mitigación	x	Corrección	x	Compensación
ACCIONES POR DESARROLLAR									
<div>- Identificar y construir un informe que detalle las condiciones hidrogeológicas del área del proyecto</div> <div>- Identificar la información hidrológica, hidrogeológica y diseño minero, con el fin de preveer la intervención del recurso hídrico, minimizando la presencia de flujos de agua en las zonas de</div>									

Comentado [AMQ7]: CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

trabajo minero.

- A partir de la información hidrogeológica, se deberá proyectar las actividades mineras, contemplando la conservación de un espesor adecuado de los estratos impermeables entre la parte superior de la actividad a desarrollar y la base del cuerpo de agua para asegurar que no exista ninguna conexión o flujo de agua.
- Instalar elementos impermeabilizantes o dispositivos que eviten el flujo excesivo de agua subterránea hacia las áreas de labores mineras
- Inyectar una lechada con el fin de sellar las fracturas o fallas por donde pueda fluir el agua subterránea impermeabilizando el área antes de ser intervenido.
- Identificar posibles puntos de inundación, realizar bombeo automatizado o manuales, identificar sumideros o sitios de almacenamiento de agua e instalar el sistema de tratamiento de aguas para su desagüe y disposición final.
- Realizar mantenimiento de la vía al interior del túnel para que permita una buena conducción de aguas hacia las estaciones de bombeo y que no se generen empozamientos.
- Efectuar un mantenimiento periódico en los pozos o tanques de bombeo para retirar el sedimento y grasas atrapadas.
- Identificar los proyectos mineros existentes en ejecución o abandonados que se encuentran en el área de trabajo, con el fin de realizar un diagnóstico de las posibles aguas represadas que puede desplazarse hasta el proyecto minero.
- En caso de presentarse condiciones de flujos de agua subterránea, se recomienda realizar mediciones periódicas de caudal de infiltración y establecer un registro de las mediciones.
- Establecer vínculos con otras organizaciones, por ejemplo, la Agencia Nacional de Minería, autoridades locales de planeación, Servicio Geológico Colombiano para identificar otras explotaciones superficiales o pozos dentro o cerca de los límites de la mina. (Minminas et al., 2024)

Para concesiones de aguas subterráneas

- Instalar equipos de medición que se encuentren debidamente calibrados en los pozos objeto de la concesión, generalmente se recomienda la construcción de una caseta para protegerlos del sol y de la lluvia.
- No superar el caudal concesionado y régimen de operación de los pozos de agua subterránea autorizados con el fin de permitir la recuperación del acuífero.
- Implementar las actividades establecidas en el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA
- Hacer las inspecciones para que no haya pérdidas de agua en el sistema.
- Instalar dispositivos como elementos impermeabilizantes, barreras de baja permeabilidad y/o otros dispositivos que eviten el flujo, excesivo de agua subterránea hacia los frentes mineros tales como túneles, galerías.
- Adoptar medidas constructivas que minimicen el drenaje de las aguas subterráneas

En los escenarios que se presenten Drenajes Ácidos Mineros -DAM, se debe considerar lo siguiente:

- En lo posible evitar contacto del flujo de aguas subterráneo con el macizo rocoso en aras de evitar alteraciones mineralógicas que pueda generar drenajes ácidos mineros
- Construir un sistema de canales perimetrales en los frentes de explotación minera para captar, conducir, almacenar y llevarlos a un sistema de tratamiento previos a su disposición final.
- Se requiere realizar algún tipo de tratamiento para neutralizar la acidez, como sistemas de aireación, neutralización, hidrólisis, instalación de membranas entre otros.
- Para el tratamiento de los DAM, es necesario aplicar una técnica de neutralización. La más

utilizada y aplicable a la minería, especialmente la subterránea, es la adición de cal, por su bajo costo y alta eficiencia. Esta técnica se realiza en 5 etapas de tratamiento: homogeneización, mezcla, aireación, sedimentación y disposición final del lodo desecho

Para acuíferos o zonas de recarga que puedan verse afectados por el desarrollo de las actividades del proyecto minero que no estén asociadas a concesiones de aguas subterráneas

- Instalar red piezométrica para los sistemas de acuífero que puedan verse afectados en términos de oferta y disponibilidad por el desarrollo del proyecto minero y realizar el análisis de la información
- Siempre y cuando sea posible, los riesgos de irrupción (es decir aquellos ocasionados por un flujo de agua súbito e inesperado hacia la mina que puede exponer a las personas o peligros) deben ser eliminados, evitados al mantener una distancia de separación adecuada: Mantener una distancia de separación de 45 metros medidos en cualquier plano de la superficie o de cualquier depósito de turba, musgo, arena, grava limo y/o cualquier estrato que contenga o que pueda contener masas de agua (ya sea dispersa o en cavidades naturales), y/o de algún trabajo subterráneo inactivo o que corresponda a una explotación minera abandonada, y 37 metros medidos en cualquier plano de explotación minera inactiva. (Minmina, et al., 2024).
- Mantener un espesor adecuado de los estratos impermeables entre la parte superior de la explotación y la base del cuerpo de agua para asegurar que no exista ninguna conexión a través de la deformación por tracción inducida en la base de la masa de agua.
- Si hay alteraciones sobre los cuerpos de agua superficial, construir los desvíos y obras de control que minimicen su impacto, lo anterior siempre y cuando se tenga permiso de ocupación de cauce aprobado por parte de la autoridad ambiental competente.
- Realizar el plano del sistema de bombeo que incluya, bombas, válvulas automatizadas y/o manuales, posibles puntos de inundación, sumideros de agua, sitios de bomba, presas, plantas e instalación de tratamiento de aguas para su desagüe al medio ambiente y cuerpos de agua que reciben este descargue.

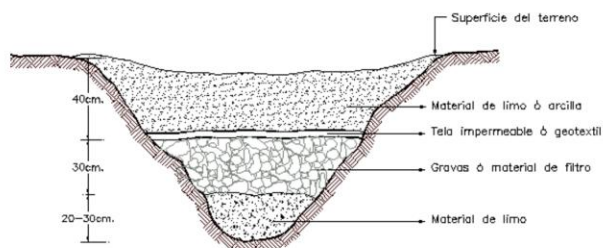


Figura 7.8. Sellamientos y cubrimientos. Fuente: ECOCARBON, 1997.

Comentado [AMQ8]: Citación.

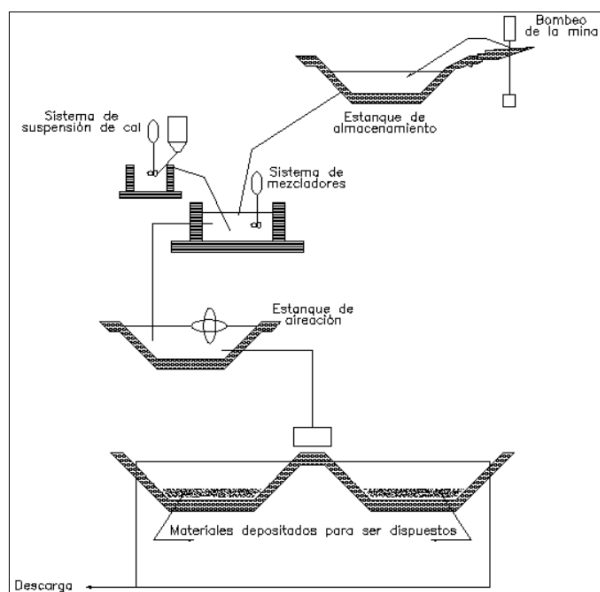


Figura 7.9 Etapas de neutralización convencional con cal. Fuente: ECOCARBON, 1997

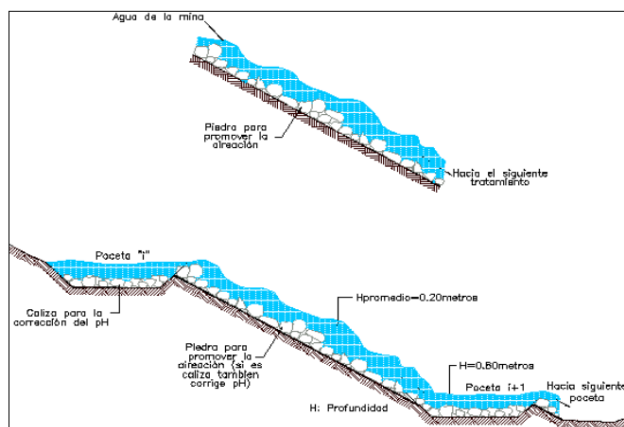


Figura 7.12. Cascadas de aireación y corrección de pH. Fuente: ECOCARBON, 1995.

Ministerio de Minas y Energía - Ministerio del Medio Ambiente

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO	
Ingeniero geólogo, geólogo y ambiental o afines con experiencia en agua subterráneas e hidrogeología.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
<ul style="list-style-type: none"> - Instalar una red piezométrica para el monitoreo de los sistemas de acuífero que puedan existir y verse intervenidos en sus condiciones de oferta y disponibilidad por el desarrollo del proyecto minero y realizar el análisis de la información obtenida. - Realizar seguimiento a la calidad físico-química y bacteriológica del recurso hídrico subterráneo y de las fuentes receptoras de drenajes, para detectar anomalías en etapas tempranas. - Realizar monitoreo a los parámetros asociados a los drenajes ácidos mineros – DAM, con el fin de definir un tratamiento adecuado y efectuar seguimiento a estos. - Llevar registro técnico (implementación) y fotográfico de las actividades realizadas y los responsables de su ejecución. - Incluir en la ficha de manejo ambiental los indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), que se seleccionarán de acuerdo con los alcances y necesidades del proyecto minero y se encuentra disponible en la web en el siguiente enlace https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/02_transformacionales/03_nuevo_modelo/Documentos/27-08-2022-Indicadores_de_efectividad.pdf 	
Ejemplo de Indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), para el manejo de masas de agua subterránea	
Nombre del indicador	Descripción
Caudal de manantiales mantenidos	Este indicador representa la variación del caudal de los manantiales afectados por las actividades de los proyectos de construcción de túneles y minería.
Caudal de agua infiltrado	Este indicador representa el caudal de agua infiltrado en proyectos de construcción de túneles y minería.
Nivel piezométrico de los acuíferos y sus zonas de recarga mantenidos	Este indicador representa la variación del nivel piezométrico de los acuíferos y/o su zona de recarga generada por el POA, calculada a partir de su medición.

Comentado [AMQ9]: Revisar enlaces.

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

3.4. Componente Hidrológico

3.4.1. Programa de manejo de agua superficiales - Subprogramas de manejo de: calidad, oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial.

Tabla 5. Programa de manejo del agua

COMPONENTE HIDROLÓGICO							
Programa de manejo del recurso hídrico superficial							
Subprograma 1: Manejo de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial							
Subprograma 2: Manejo de las aguas residuales domésticas y no domésticas							
Subprograma 3: Manejo de las aguas lluvias y de escorrentía							
OBJETIVO	Implementar medidas de manejo para la protección del recurso hídrico superficial por los impactos ambientales que podrían generarse por el desarrollo del proyecto.						
METAS	Desarrollar medidas de manejo para la conservación del recurso hídrico superficial						
Aspectos Ambientales		Actividad	Exploración	Explotación	Benefició y transformación	Co	
		Arranque, cargue y transporte interno y externo de materiales	X	X	X		
		Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves	X	X	X		
		Frentes de explotación		X			
		Apertura y adecuación de vías de acceso	X	X	X		
		Construcción, mantenimiento y desmantelamiento de la infraestructura.	X	X	X		
		Perforación y voladura	X	X			
		Almacenamiento y disposición de residuos sólidos y líquidos	X	X	X		
		Beneficio de minerales (Trituración, molienda, clasificación y procesos pirometalúrgicos)			X		
		Actividades relacionadas con la preparación de alimentos, baterías sanitarias, zonas de aseo del personal que labora en la mina	X	X	X		
IMPACTO AMBIENTAL	<div>- Alteración en la oferta, disponibilidad y calidad del recurso hídrico superficial</div> <div>- Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico</div>						
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación
LUGAR DE APLICACIÓN	<div>- Labores de exploración.</div> <div>- En cuerpos de agua con posible afectación y unidades de importancia hidrogeológica.</div> <div>- Zonas de almacenamiento y disposición de materiales, estériles, colas y relaves.</div> <div>- Áreas intervenidas por la explotación.</div>						

Comentado [AMQ10]: Construcción y montaje.

	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura o sistemas para el tratamiento de vertimientos de aguas residuales, aguas de escorrentía y aguas de proceso interno. - Zonas de beneficio y transformación del mineral. - Campamentos y talleres.
--	--

ACCIONES POR DESARROLLAR

Subprograma 1: Manejo de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial

- Llevar a cabo las mediciones de caudal de los cuerpos de agua superficial del área de influencia del proyecto que puedan verse afectados en términos de oferta y disponibilidad por el desarrollo de actividades mineras
- Guardar los retiros de protección a las fuentes de aguas de acuerdo a lo establecido en los instrumentos de ordenamiento
- Recuperación y repoblación forestal en riberas de cauces y zonas de nacimiento de agua. Es importante considerar si existe para la zona el instrumento de ordenamiento territorial y ambientales, y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos allí establecidos.

Subprograma 2: Manejo de las aguas residuales domésticas y no domésticas

- Instalar sistemas de cunetas perimetrales en los sitios de almacenamiento de combustibles, productos químicos o residuos líquidos peligrosos y sitios de lavado de equipos y maquinaria, los cuales deben descolar en estructuras de recolección, conducción, contención y posterior tratamiento como residuo peligroso.
- Instalar cubiertas y base impermeabilizada en los sitios de almacenamiento de residuos peligrosos y no peligroso. La base impermeabilizada deberá cumplir con las características técnicas que garantice su resistencia.
- Implementar medidas de retención de materiales (líquidos y sólidos) en la zona de acopio de materiales de construcción, que garanticen la no afectación de los cuerpos hídricos cercanos.
- Implementar sistemas de manejo de aguas de escorrentía y sistemas de control de sólidos a la salida de los drenajes en las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, colas y demás residuos
- Cubrir todo material de construcción dispuesto a cielo abierto dentro de los frentes de obra y que no pueda ser utilizado durante la jornada laboral.
- Implementar obras de control geotécnico en los sitios que lo requieran, que garanticen la protección de los cuerpos de agua que puedan ser afectados por el desarrollo de las actividades del proyecto.
- Implementar los programas de inspección y mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, vehículos y maquinaria para evitar fugas de combustibles y sustancias peligrosas
- Dar cumplimiento a la normativa de manejo y transporte de sustancias peligrosas. Ver ficha de manejo ambiental de residuos sólidos.
- Realizar el manejo adecuado del agua residual doméstica y no domésticas generada en el proyecto minero implementando sistemas de almacenamiento y tratamiento para vertimiento al medio o implementando estrategias de reúso.
- Para el manejo y control de las aguas residuales domésticas se deberán implementar sistemas de tratamiento que permitan la reducción de la concentración de contaminantes y garantizar el cumplimiento de la normativa vigente aplicable.
- Para el uso y aprovechamiento del agua superficial o subterránea se debe solicitar ante la autoridad ambiental competente la concesión respectiva.
- Se deberá caracterizar las aguas residuales no domésticas, y a partir de los resultados definir el sistema de tratamiento de ellas, que permitan definir si se reusará o se descargará a una fuente de agua.

Subprograma 3: Manejo de las aguas lluvias y de escorrentía

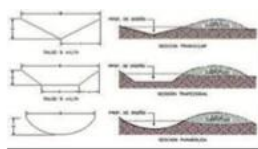
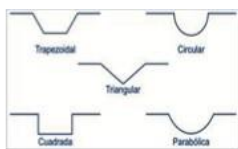
- Las acciones deben estar encaminadas a minimizar el arrastre de sedimentos por lluvia y escorrentía, la erosión, el cárcavamiento o las avalanchas, fenómenos que originan riesgos sobre poblaciones vecinas o en el mismo sitio de trabajo.
- Es conveniente además evitar la mezcla de aguas de la zona de explotación minera con aguas de escorrentía de aguas lluvias.
- Recuperación y repoblación forestal en riberas de cauces y zonas de nacimiento de agua. Es importante considerar si existe para la zona el instrumento de ordenamiento territorial y ambientales, y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos allí establecidos.
- Construcción o adecuación de sistemas de sedimentación de aguas antes de ser descargadas a ríos.
- Construir canales perimetrales que minimicen el arrastre de sedimentos.
- Construir un sistema manejo de aguas sobre zonas intervenidas en taludes, para disminuir la velocidad del agua y su energía sobre los taludes, minimizando la socavación y por tanto los deslizamientos.
- No disponer sobrantes y residuos en ríos y humedales.
- No realizar el lavado y mantenimiento de vehículos en los cauces.
- Construir, adecuar o mantener en las vías las obras de drenaje para conducir los flujos de agua, controlar su velocidad y las cargas de sedimentos.
- En las zonas de instalaciones mineras, las aguas lluvias deben tener un sistema de manejo independiente. Para evitar su contaminación se deben construir cunetas en los frentes de explotación minera, que deben drenar hacia otras ya existentes.
- Realizar el mantenimiento a los sedimentadores, para evitar su colmatación.
- Disponer los sedimentos en zonas no expuestas a la erosión y con vegetación y arborización.
- Las aguas lluvias y de escorrentía, no contaminadas, deben conducirse a drenajes naturales.
- En zonas en que el agua fluye hacia las instalaciones mineras, se deben construir canales perimetrales para evitar su ingreso y contaminación con los efluentes de la zona de explotación.
- Minimizar la remoción de la cobertura vegetal que controla la velocidad del agua de escorrentía y la producción de sedimentos.
- Plantar vegetación en zonas expuestas a la erosión y en las orillas de los nacimientos de agua
- Minimizar la remoción de la cobertura vegetal que controla la velocidad del agua de escorrentía y la producción de sedimentos.



Fuente: PMA, para la fase de operación de la termoelectrica "El Remanso" – Termopaipa IV 2004



Fuente: <http://lcalera-cundinamarca.gov.co/apc-aa/view.php3?vid=1090&cmd%5B1090%5D=x-1090-1996136>



Intercepción de aguas por canales

Curso de aprendizaje: diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales - Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS)

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España
Tomado del *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*, 1989

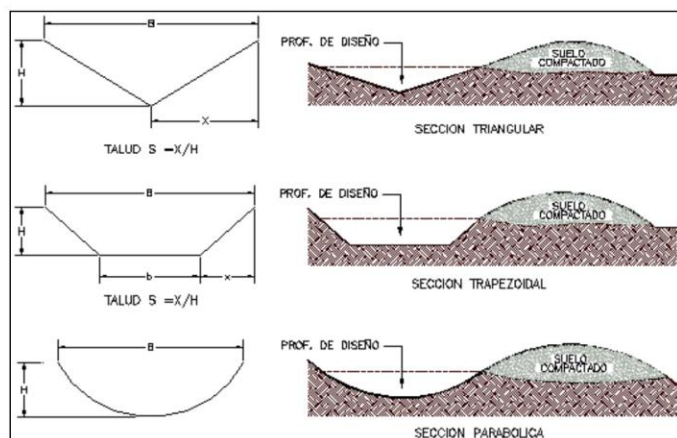


FIGURA 7.7 Interceptación de aguas por canales
Fuente: Instituto Tecnológico Geomínero de España, 1989.
Citado en MMA & MINERCOL, Guía Ambiental Carbón: Minería Subterránea, 2001.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Ingeniero de minas, ambiental o civil

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Realizar mediciones periódicas de la calidad del agua en fuentes potencialmente generadoras para detectar anomalías en etapas tempranas
- Realizar monitoreos fisicoquímicos y microbiológicos del recurso hídrico en los puntos donde se realiza el vertimiento. Los parámetros a monitorear serán los establecidos en la normativa aplicable vigente.
- Los monitoreos se realizarán a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, tanto para la toma de muestra como para el análisis de los parámetros monitoreados
- Realizar monitoreo fisicoquímico y microbiológico del recurso hídrico que pueda verse afectado por el desarrollo del proyecto.
- Llevar registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades realizadas y responsables
- Incluir en la ficha de manejo ambiental los indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), que se seleccionarán de acuerdo con los alcances y necesidades del proyecto minero y se encuentra disponible en la web en el siguiente enlace

https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/02_transformacionales/03_nuevo_modelo/Documentos/27-08-2022-Indicadores_de_efectividad.pdf

- Establecer indicadores, según las necesidades del proyecto. Las tipologías del indicador pueden ser de cumplimiento, evaluación, eficacia y eficiencia (ANLA, 2018, pág. 10). Los indicadores hacen parte fundamental de la construcción del análisis de internalización, en la evaluación económica ambiental EEA, y permiten comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el servicio ecosistémico que se está evaluando y para su aplicación, se recomienda el uso de indicadores que expresen la cantidad del efecto externo en forma cuantitativa (Bickel & Friedrich, 2005 tomado de ANLA, 2018, pág. 2)
- Verificar la ejecución de medidas, acciones y tecnologías planteadas en la ficha de manejo ambiental.

Ejemplo de Indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), para el manejo de la calidad del recurso hídrico superficial

Nombre del indicador	Descripción
Carga contaminante	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.

Ejemplo de Indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), para el manejo de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial

Nombre del indicador	Descripción
Cambios en el caudal de las fuentes de agua superficial	Este indicador representa la variación del caudal de la fuente de agua superficial generada por el POA, calculada a partir de su medición
Variación del caudal condicionado	Este indicador representa la variación del caudal condicionado de la fuente de agua superficial en permisos de vertimientos y concesiones de agua superficial, calculada a partir de su medición.

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

3.5. Componente suelos

3.5.1. Programa de manejo para mejorar la calidad del suelo - Subprogramas de manejo de: procesos erosivos, movimientos en masa, estériles, pérdida o alteración de suelo

Tabla 6. Programa de manejo de alteraciones a la calidad del suelo

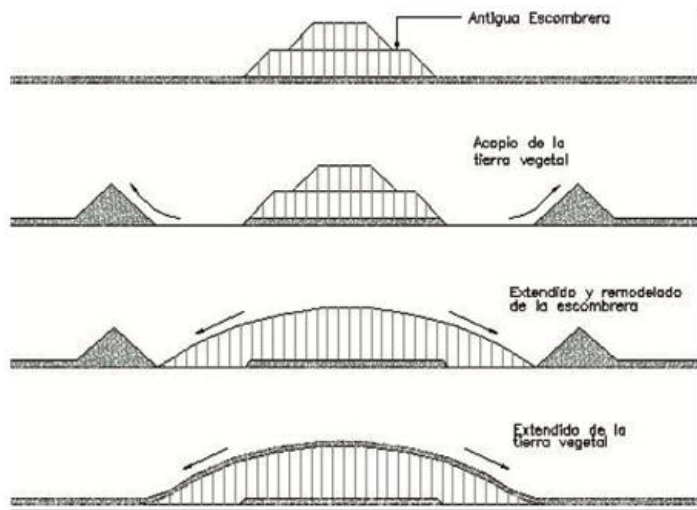
COMPONENTE SUELO					
Programa de manejo de alteraciones a la calidad del suelo					
Subprograma 1: Manejo de procesos erosivos y movimientos en masa					
Subprograma 2: Manejo de residuos mineros					
Subprograma 3: Manejo para restaurar la pérdida o alteración de suelo					
OBJETIVO	Implementar medidas de manejo ambiental de los impactos generados en el recurso suelo por manejo de estériles, procesos erosivos, movimientos en masa y pérdida o alteración del suelo durante las diferentes etapas del proyecto				
METAS	Realizar las obras, actividades y acciones enfocados hacia la recuperación/regeneración/rehabilitación/restauración de las zonas intervenidas y disminución de procesos erosivos, movimientos en masa y arrastre de suelo por escorrentía				
ASPECTOS	Actividad	Exploración	Explotación	Benefició y	

AMBIENTALES					transformación		
	Arranque, carga y transporte interno y externo de materiales	X	X	X			
	Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves	X	X	X			
	Frentes de explotación a cielo abierto y subterránea		X				
	Apertura y adecuación de vías de acceso	X	X	X			
	Construcción, mantenimiento y desmantelamiento de la infraestructura.	X	X	X			
	Almacenamiento y disposición de residuos sólidos y líquidos	X	X	X			
IMPACTO AMBIENTAL	<div>- Alteración a la calidad del suelo</div> <div>- Cambio en el uso del suelo</div>						
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación
ACCIONES POR DESARROLLAR							
Subprograma 1: Manejo de procesos de erosivos y movimientos en masa							
Se debe realizar un diagnóstico de la zona identificando: áreas inestables, tipos de erosión (laminar, cárcavas, desplomes), focos de regeneración espontánea, drenajes, terracetas naturales, con el propósito de implementar las obras y actividades para su manejo como:							
<div>- A partir de la caracterización de la flora de la zona de estudio, se selecciona las especies nativas más adecuadas para establecer vegetación arbórea, la cual debe ser liviana, con un buen desarrollo de raíces que amarre el suelo.</div> <div>- Construcción de obras mecánicas de contención y estabilización, como trinchos, gaviones, terrazas, rondas de coronación y recolección de aguas de escorrentía, de acuerdo con las condiciones geotécnicas del área intervenida.</div> <div>- Los drenajes construidos deben conducirse siguiendo la menor pendiente, y el sitio de entrega debe contar con estructuras de sedimentación y de disipación de energía para evitar la erosión.</div> <div>- Inmediatamente después de la conformación de taludes y drenajes, se debe proceder a la revegetación con especies herbáceas, especialmente de gramíneas y leguminosas de la zona, para evitar procesos erosivos.</div> <div>- En zonas donde se presentan aguas subterráneas, o la roca es muy susceptible a los procesos de erosión y degradación o se encuentra suelta, es conveniente la implementación de métodos de drenaje superficial o subterráneo.</div> <div>- A estas acciones se deben considerar las establecidas en la ficha de manejo del recurso hídrico.</div>							
Subprograma 2: Manejo de residuos mineros							
<div>- Implementar en la medida de lo posible, estrategias de economía circular y de reciclaje entre otras, que permitan el aprovechamiento y valorización de los residuos mineros.</div> <div>- Retrolleado de zonas intervenidas con estériles en la etapa de exploración y que no vayan a ser intervenidas en</div>							

las siguientes etapas del proyecto.

- Seleccionar el sitio de disposición de estériles, considerando: estabilidad geotécnica, baja fertilidad agropecuaria y alejados de núcleos poblacionales, bocatomas de acueductos y otras obras públicas para disminuir conflictos
- Predeterminar el uso de suelo de las zonas de disposición de estériles, una vez cumplan su vida útil, acorde a lineamientos establecidos en los instrumentos de ordenamiento territorial y ambientales.
- Conformación de zonas de disposición de estériles de acuerdo con la topografía.
- En la restauración de suelos se deben desarrollar métodos como el retrolenado de sobrantes, que son adecuados con la construcción de filtros, zanjas y canales de desvío. Esta disposición se debe iniciar por el pie y debe avanzar hacia arriba, dejando talud y bermas. Cada talud se protege con vegetación para asegurar la resistencia a la erosión.
- Construcción de canales de recolección y conducción de aguas de escorrentía en coronas y patas de zonas de disposición de estériles.
- Mantenimiento continuo de zonas de disposición de estériles, detectando y reparando las grietas que se presenten.
- Protección adyacente a la zona de disposición de estériles por medio del establecimiento de barreras vivas y cobertura vegetal.
- Para la minimización y disposición de estériles que no se tienen previstos ser utilizados en el retrolenado y que deben ser dispuestos en escombreras se recomienda remitirse al "Manual de Propuestas de Lineamientos Técnicos de Políticas de Buenas Prácticas para Estandarizar los Procesos de Gestión y Manejo de Estériles" (Ministerio de Minas y Energía & ATG Ltda, 2022).

Comentado [AMQ11]: Ver el manual y colocar los lineamientos más relevantes.



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

Subprograma 3: Manejo para restaurar la pérdida o alteración de suelo

Estas medidas de manejo ambiental desarrollan acciones de precierre, es decir durante la vida útil del proyecto para la recuperación/regeneración/restauración/rehabilitación ecológica de los terrenos, no debe dejarse para una etapa final

sino considerarse como un proceso simultaneo con el aprovechamiento del recurso. Las acciones consideradas aquí son:

- Se sugiere tener una línea base de las características físico químicas y biológicas del suelo antes de iniciar procesos de descapote y almacenamiento de suelo, ya que servirá como punto de partida para realizar los procesos de recuperación/regeneración/restauración/rehabilitación del suelo.
- Promover o facilitar los procesos de sucesión vegetal de forma activa y pasiva durante la vida útil del proyecto. La revegetalización/regeneración posterior a un perfilamiento topográfico, permite que suelos recuperados constituyan el soporte de la fauna, flora y servicios ecosistémicos

Para actividades de minería subterránea se deben contemplar programas especiales de sellado y cierre de pozos, chimeneas y hundimientos susceptibles de producir riesgos, así como la revegetalización de las zonas, de forma que queden integradas en el entorno. Una secuencia de pasos de recuperación puede ser la siguiente:

- Incorporación de los materiales estériles, dentro de los pozos, zanjas y frentes de explotación
- Generar relleno hidráulico a partir de los materiales sobrantes como relaves, colas y estériles.
- Recuperación de terreno alterado por la explotación minera (movimientos de tierra y/o revegetalización)
- Para las actividades de recuperación de zonas intervenidas por la minería de cielo abierto se requieren acciones de manejo progresivas y planificadas para corregir y compensar los impactos ambientales generados. Estas actividades deben estar vinculadas a la propuesta que se realiza en el plan de cierre y abandono.
- Almacenamiento y conservación de la capa orgánica del suelo removido, para su utilización en las actividades de revegetalización. Los sitios de apilamiento de la capa orgánica, se deben seleccionar en áreas aisladas a la explotación, en donde no se prevean actividades mineras adicionales. Se debe evitar el apisonamiento de los suelos almacenados, para prevenir su compactación y el daño estructural. Se recomienda manejos como la aireación periódica por volcamiento y la adición de materia orgánica proveniente de la remoción de cobertura vegetal, estiércol de ganado o la revegetación con especies herbáceas para proteger su arrastre por el viento y la lluvia.
- A continuación, se relaciona el tipo de uso de suelo y las características que se deben tener en cuenta para su implementación.

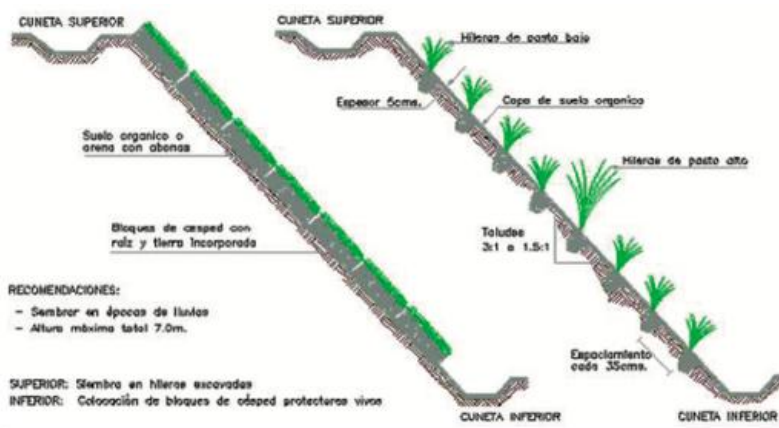
Tabla 7. Uso del suelo para escenarios posteriores a la explotación

TIPO DE USO	REQUERIMIENTOS	MEDIDAS DE ADECUACIÓN
AGRÍCOLA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Frentes de excavación grandes y poco profundos. 2. Limitaciones: <ol style="list-style-type: none"> a) Químicas: acidez/alcalinidad, nutrientes y toxicidad. b) Físicas: <ul style="list-style-type: none"> - Pedregosidad > 15%, imposible el uso agrícola. -Pendiente: < 15º pastizal. < 5º cultivos arables. -Disponibilidad de agua. -Riesgo de erosión. 	<ul style="list-style-type: none"> -Abonar. -Añadir materia orgánica. Adicionar caliza para corregir la acidez. -Aportar elementos finos. -Disminuir y nivelar a pendiente. -Mejorar el drenaje. -Establecer la vegetación.
FORESTAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. No se requieren suelos de gran fertilidad. 2. Limitación en taludes con pendientes >70 % (35º). 3. Superficies de cierta extensión (> 0,25 ha). 4. Espesor del suelo y subsuelo para su implantación, diferente según la especie. 	<ul style="list-style-type: none"> -Añadir materia orgánica. -Añadir elementos finos. -Posible aportación de nutrientes. -Buen drenaje. -Modificar pendiente si es necesario. -Establecimiento de la

Comentado [AMQ12]: Política de suelo, esta ficha enviar a edafóloga y contexto de Pol. De suelo pueda enviar información complementaria a esta ficha.

		cobertura vegetal.
RECREATIVO PASIVO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retirada de elementos que puedan dar lugar a accidentes. 2. El uso recreativo no intensivo y educacional requiere grandes superficies, que pueden sobrepasar las 10 ha en muchos casos. 3. Localización: cerca de núcleos urbanos y rurales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Remodelado del terreno. - Corrección de pendientes. - Medidas estructurales sison necesarias. - Establecimiento de la cobertura vegetal.
EMBALSE Y ABASTECIMIENTO DE AGUA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio del régimen hidrológico de la cuenca en donde se encuentre emplazada la explotación. 2. Caracterización de las aguas confinadas en los huecos. 3. Estudio de las necesidades de agua para riego (uso consuntivo), en función de los cultivos o de la vegetación que lo requiera. 4. Estudio de las necesidades de agua para consumo humano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Readecuación del sistema de drenaje superficial, incorporando la lámina de agua de los huecos. - Evaluación de alternativas de tratamiento de las aguas, de acuerdo con los usos a los cuales se destine el recurso.
CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA	Requerimientos mínimos, aunque es necesario un sustrato adecuado capaz de facilitar el crecimiento de la vegetación natural.	- Establecimiento de la cobertura vegetal
RELLENO DE RESIDUOS SÓLIDOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio de la permeabilidad de los materiales rocosos. 2. Estudio de las características de los materiales a disponer. 3. Ubicación en lugares poco visibles. 4. Localización: cerca de núcleos urbanos e industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impermeabilización, cuando sea necesario. - Mejoramiento del drenaje interno y superficial.
NÚCLEOS POBLACIONALES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zonas de gran estabilidad, con formas y procesos erosivos controlados o con amenaza mitigable 2. Existencia adecuada de infraestructura y servicios públicos. Los suelos con amenaza no mitigable no se puede desarrollar el abastecimiento de servicios públicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suministro garantizado de servicios públicos. - Diseño de poblamiento

Fuente: Guía minero-ambiental, Ministerio de Minas y Energía – Ministerio del Medio Ambiente.



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

LUGAR DE APLICACIÓN	- Sitios de exploración y explotación
---------------------	---------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas de beneficio y transformación del mineral - Zonas de construcción y adecuación de infraestructura - Zonas de almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas, relaves y escombros - Zonas donde se desarrolla perforación y voladura - Vías internas y externas - Zona de disposición de residuos sólidos y líquidos 										
PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO											
Ingeniero de minas, geólogo, ambiental o afines.											
SEGUIMIENTO Y MONITOREO											
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental en cuanto al manejo del impacto en la ficha de manejo ambiental - Llevar registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades realizadas y responsables - 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 estériles. - Verificar el cumplimiento de la meta y del objetivo con indicadores de gestión y de resultados. - Incluir en la ficha de manejo ambiental los indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), que se seleccionarán de acuerdo con los alcances y necesidades del proyecto minero y se encuentra disponible en la web en el siguiente enlace https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/02_transformacionales/03_nuevo_modelo/Documentos/27-08-2022-Indicadores_de_efectividad.pdf - Establecer indicadores, según las necesidades del proyecto. Las tipologías del indicador pueden ser de cumplimiento, evaluación, eficacia y eficiencia (ANLA, 2018 pág. 10). Los indicadores hacen parte fundamental de la construcción del análisis de internalización, en la evaluación económica ambiental EEA, y permiten comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el servicio ecosistémico que se está evaluando y para su aplicación, se recomienda el uso de indicadores que expresen la cantidad del efecto externo en forma cuantitativa (Bickel & Friedrich, 2005 tomado de ANLA, 2018, pág. 2) <p>Ejemplo de Indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), para el manejo de la calidad del suelo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre del indicador</th><th>Descripción</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Áreas intervenidas estabilizadas</td><td>Este indicador representa del total de áreas intervenidas y/o afectadas por las actividades del POA, el porcentaje de las que son estabilizadas.</td></tr> <tr> <td>Puntos críticos</td><td>Este indicador representa la identificación de puntos críticos en términos de estabilidad geotécnica, generados por la intervención del POA.</td></tr> <tr> <td>Suelos contaminados restaurados</td><td>Este indicador representa el volumen de suelos contaminados por el POA restaurados.</td></tr> <tr> <td>Índice de generación de estériles</td><td>Expresa la cantidad de cada tipo de estériles generados en kilogramos de unidad de producto (o servicio) y peso del producto</td></tr> </tbody> </table>		Nombre del indicador	Descripción	Áreas intervenidas estabilizadas	Este indicador representa del total de áreas intervenidas y/o afectadas por las actividades del POA, el porcentaje de las que son estabilizadas.	Puntos críticos	Este indicador representa la identificación de puntos críticos en términos de estabilidad geotécnica, generados por la intervención del POA.	Suelos contaminados restaurados	Este indicador representa el volumen de suelos contaminados por el POA restaurados.	Índice de generación de estériles	Expresa la cantidad de cada tipo de estériles generados en kilogramos de unidad de producto (o servicio) y peso del producto
Nombre del indicador	Descripción										
Áreas intervenidas estabilizadas	Este indicador representa del total de áreas intervenidas y/o afectadas por las actividades del POA, el porcentaje de las que son estabilizadas.										
Puntos críticos	Este indicador representa la identificación de puntos críticos en términos de estabilidad geotécnica, generados por la intervención del POA.										
Suelos contaminados restaurados	Este indicador representa el volumen de suelos contaminados por el POA restaurados.										
Índice de generación de estériles	Expresa la cantidad de cada tipo de estériles generados en kilogramos de unidad de producto (o servicio) y peso del producto										
Cronogramas y costos	Este ítem deberá ser elaborado con fundamento a las obras, actividades y acciones de manejo ambiental planteadas para las particularidades del proyecto										

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

3.5.2. Programa de manejo integral de residuos sólidos y RESPEL- Subprogramas de manejo de: residuos reutilizables o reciclables, disposición de residuos ordinarios, tratamiento y disposición de residuos especiales RESPEL

Tabla 8. Programa de manejo integral de residuos sólidos y RESPEL

COMPONENTES ATMOSFERA, RECURSOS HÍDRICOS Y SUELO																																								
Programa de manejo integral de residuos sólidos y RESPEL																																								
Subprograma 1: Manejo y disposición de residuos aprovechables, no aprovechables y orgánicos																																								
Subprograma 2: Manejo, tratamiento y disposición de residuos peligrosos - RESPEL																																								
Subprograma 3: Manejo de colas y relaves																																								
OBJETIVO		Establecer las actividades para la gestión de los residuos, comprendidos por aquellos de carácter ordinario, reutilizables, reciclables y RESPEL, generados durante las diferentes etapas del proyecto, con el fin de prevenir la generación de impactos.																																						
METAS		Garantizar el uso, tratamiento, aprovechamiento y disposición final adecuada de los residuos generados por el proyecto.																																						
ASPECTOS AMBIENTALES		<table><tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Etapa en la que se presenta</th></tr><tr><th>Exploración</th><th>Explotación</th><th>Beneficio y transformación</th></tr><tr><td>Uso y mantenimiento de maquinaria y equipos</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>Funcionamiento de campamentos</td><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>Beneficio y transformación de minerales</td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>Construcción, mantenimiento y desmantelamiento de la infraestructura.</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>Perforación y voladura</td><td>X</td><td>X</td><td></td></tr></table>								Actividad	Etapa en la que se presenta			Exploración	Explotación	Beneficio y transformación	Uso y mantenimiento de maquinaria y equipos	X	X	X	Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves	X	X	X	Funcionamiento de campamentos		X		Beneficio y transformación de minerales		X	X	Construcción, mantenimiento y desmantelamiento de la infraestructura.	X	X	X	Perforación y voladura	X	X	
		Actividad	Etapa en la que se presenta																																					
			Exploración	Explotación	Beneficio y transformación																																			
		Uso y mantenimiento de maquinaria y equipos	X	X	X																																			
		Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves	X	X	X																																			
		Funcionamiento de campamentos		X																																				
		Beneficio y transformación de minerales		X	X																																			
		Construcción, mantenimiento y desmantelamiento de la infraestructura.	X	X	X																																			
Perforación y voladura	X	X																																						
IMPACTO AMBIENTAL		<ul style="list-style-type: none">- Alteración a la calidad del suelo- Alteración en la percepción visual del paisaje- Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo- Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial- Alteración a la calidad del aire- Generación de olores ofensivos																																						
TIPO DE MEDIDA		Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación																																

ACCIONES POR DESARROLLAR

Subprograma 1: Manejo y disposición de residuos aprovechables, no aprovechables y orgánicos

- De acuerdo a la normatividad ambiental vigente, los residuos se separan de la siguiente manera:



Fuente: Resolución No. 2184 de 2019

- Disponer de un gestor ambiental certificado que garantice la disposición adecuada de aquellos residuos que por su naturaleza no puedan ser reutilizados o reciclados.
- Realizar campañas de sensibilización y capacitación al personal o colaboradores con el fin de proporcionar pautas para el manejo y la disposición correcta de los residuos.
- Implementar actividades y estrategias que promuevan la separación en la fuente y el almacenamiento temporal de los residuos generados en el proyecto, implementando el programa de las 4 R (reducir, reusar, reciclar y recuperar).
- Instalar puntos ecológicos debidamente señalizados en las diferentes áreas del proyecto minero; estos recipientes deben cumplir con el código de colores según la normatividad vigente.
- Disponer de los recipientes e instalaciones físicas necesarias para el almacenamiento temporal de los residuos, al igual que de su almacenamiento transitorio para ser entregados posteriormente al gestor ambiental, sitios de almacenamiento o de disposición más cercanos
- Implementar estrategias para evitar la proliferación de insectos, roedores y animales en general, en el cuarto de almacenamiento de los residuos.
- Los residuos orgánicos podrán ser aprovechados en actividades de compostaje o ser utilizados como alimento de animales de la comunidad local.
- El tiempo de almacenamiento debe ser tal que los residuos no presenten ningún tipo de descomposición.
- Los residuos reciclables se pueden donar a proyectos comunitarios o a la comunidad. Se deberá tener un soporte de entrega del residuo y su uso final.

Subprograma 2: Manejo, tratamiento y disposición de residuos especiales – RESPEL

- Los recipientes de disposición de residuos peligrosos deben cumplir con el código de colores según la normatividad vigente
- Para efectos de disposición final de residuos peligrosos, esta debe ser realizada por un gestor autorizado, por lo tanto, se debe consultar a la autoridad ambiental competente para identificar los gestores autorizados en la zona
- Las áreas designadas para almacenamiento de sustancias y residuos especiales deben ubicarse en lugares visibles y ser fácilmente identificables por las personas vinculadas al proyecto.
- Los centros de acopio de los residuos peligrosos deberán estar en sitios donde se minimicen los riesgos para la salud y el ambiente.

- Realizar un manejo técnico de gases en las áreas de almacenamiento, para evitar acumulaciones que pongan en riesgo al personal del proyecto.
- Los contenedores o recipientes de los residuos peligrosos también deben ser manejados como residuos peligrosos y entregarse al gestor autorizado
- Mediante charlas de educación ambiental, se indicará al personal que labora en las actividades de beneficio y transformación, y a toda persona que tenga relación con el manejo de sustancias químicas, donde se debe enfatizar en la importancia que tiene para el ambiente y para la salud de la población el adecuado manejo de los residuos sólidos. (no usar los recipientes de residuos peligrosos para el almacenamiento de agua que va hacer usada para consumo humano o de animales).

A continuación, se describen algunas medidas de manejo para el almacenamiento transitorio de residuos peligrosos y de canecas que contienen o contuvieron residuos peligrosos:

- Ubicar en un sitio de fácil acceso para el transporte.
- Proyectar espacios amplios para permitir la movilidad y el acceso por varios costados en situaciones de emergencia.
- Contar con espacios que permitan la separación entre residuos peligrosos no compatibles, como muros, o almacenar en áreas separadas.
- Construir con materiales no combustibles, con piso impermeable para evitar la filtración hacia el suelo de contaminantes y resistente a las sustancias que se almacenan, libre de grietas que dificulten la limpieza y con antideslizante, y necesita estar debidamente nivelado para evitar estancamiento de aguas.
- Construir techos que no admitan el ingreso de agua lluvia, pero que permitan la salida del humo y el calor en caso de un incendio. Contar con adecuada ventilación, sistema de respuesta ante incendios y sin conexión a ningún tipo de sistema de alcantarillado.
- Tener señalizados los equipos contra incendios, las salidas y recorridos de evacuación, y la ubicación de los primeros auxilios.
- Todos los residuos peligrosos almacenados deben estar debidamente embalados y etiquetados, indicando el tipo de residuo y la fecha de ingreso al sitio de almacenamiento.
- Deben mantenerse registros de recepción, despacho e inspección de los residuos peligrosos ubicados en el área de almacenamiento temporal, en los que se incluya como mínimo: nombre del generador, tipo de residuo, fecha de ingreso, volumen o peso del residuo y recomendaciones especiales de manejo.
- El apilamiento de residuos peligrosos no debe superar los tres metros de altura, a menos que se utilice un sistema de estantería que evite la caída de las sustancias y se asegure su estabilidad.
- Durante el tiempo que el generador almacene los residuos o desechos peligrosos dentro de sus instalaciones, debe garantizar que se toman todas las medidas tendientes a prevenir cualquier afectación a la salud humana y al ambiente.
- Instalar diques de contención con base y muros impermeabilizados que permitan contener como mínimo el 110% del volumen almacenado de combustibles, productos químicos y/o residuos peligrosos.
- Instalar sistema de cunetas perimetrales en sitios de almacenamiento de combustibles, productos químicos o residuos líquidos peligrosos y sitios de lavado de equipo y maquinaria, los cuales deben descolar en cajas de inspección o tanques ciegos para su contención, recolección y posterior tratamiento como residuo peligroso.
- Instalar cubierta y base impermeabilizada a los sitios de almacenamiento de residuos peligrosos.
- Implementar programas de inspección que determinen alguna fuga o afectaciones en los tanques que almacenen combustibles o sustancias líquidas catalogadas como peligrosas.
- Para prevenir y/o contrarrestar un posible accidente con algún residuo líquido, se recomienda disponer del kit antiderrame
- Implementar programas de inspección y mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, vehículos y maquinaria para evitar fugas de combustibles y/o sustancias peligrosas que puedan infiltrarse al agua o suelo.
- Si la cantidad de residuos peligrosos generados en el proyecto es mayor o igual a 10 kg/mes, se debe realizar el diligenciamiento en el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.



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

Tabla 9. Clasificación de generación de residuos

Tipo de generador	Cantidad de residuos o desechos peligrosos generados (Kg/ mes)
Gran generador	≥1000
Mediano generador	100-999
Pequeño generador	10-99
Microgenerador	≥10

Subprograma 3. Manejo de colas y relaves

Comentado [AMQ13]: Manejo de residuos mineros.

- Los residuos sólidos y líquidos generados por el beneficio y procesamiento del mineral que requieran el uso de sustancias químicas se les debe realizar una prueba para determinar la corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y riesgo biológico -CRETIB, para así determinar si estos residuos son peligrosos o no y definir las medidas de manejo ambiental a aplicar acorde a los resultados obtenidos
- En las presas hay que tener presente la evaporación del agua por las altas temperaturas, con el fin de que se determine las respectivas medidas de manejo.
- Tener en cuenta la detoxificación del cianuro antes de llegar a la presa de relaves, con el fin de asegurar que a la presa no llegue un residuo peligroso ya que está no es sitio apropiado para almacenar respel
- El tratamiento del agua previo al vertimiento debe tener análisis y balances de masa que permitan la remoción de la totalidad de posibles contaminantes presentes tales como cobre, plomo, hierro y otras sustancias como sulfatos.
- Se debe realizar medición de los niveles de agua dentro de la presa donde se asegure que no hay infiltración de agua a través de las membranas que impermeabilizan

LUGAR DE APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Sitios de explotación - Zonas de construcción y adecuación de infraestructura - Zonas de almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas, relaves y escombros - Zonas donde se desarrolla perforación y voladura
PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO	
Ingeniero de minas, Ingeniero ambiental, profesional en geología o afines, con experiencia relacionada.	

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Para todos los subprogramas

- Incluir en la ficha de manejo ambiental los indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), que se seleccionarán de acuerdo con los alcances y necesidades del proyecto minero y se encuentra disponible en la web en el siguiente enlace

https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/02_transformacionales/03_nuevo_modelo/Documentos/27-08-2022-Indicadores_de_efectividad.pdf

- Establecer indicadores, según las necesidades del proyecto. Las tipologías del indicador pueden ser de cumplimiento, evaluación, eficacia y eficiencia (ANLA, 2018 pág. 10). Los indicadores hacen parte fundamental de la construcción del análisis de internalización, en la evaluación económica ambiental EEA, y permiten comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el servicio ecosistémico que se está evaluando y para su aplicación, se recomienda el uso de indicadores que expresen la cantidad del efecto externo en forma cuantitativa (Bickel & Friedrich, 2005 tomado de ANLA, 2018, pág. 2)

Nombre del indicador	Descripción
Índice de generación de residuos peligrosos	Expresa la cantidad de cada tipo de residuos peligrosos (radiactivos, electrónicos; biológicos o infecciosos: anatomopatológico, biosanitario, cortopunzantes; otros residuos peligrosos: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables) generados en kilogramos por persona, unidad de producto (o servicio) y peso del producto.
Índice de generación de residuos no peligrosos	Expresa la cantidad de cada tipo de residuos (aprovechables, no aprovechables) generados en kilogramos por persona, unidad de producto (o servicio) y peso del producto
Índice de cobertura de RCD	Es una relación entre la población que cuenta con acceso a gestores de RCD. Su cálculo y monitoreo permite estudiar el impacto de los proyectos o actividades que puedan incidir en la dinámica social
Índice de cobertura de servicios públicos domiciliarios	Índice Es una relación entre la población que cuenta con acceso a los servicios públicos domiciliarios y la población total. Su cálculo y monitoreo permite estudiar el impacto de los proyecto o actividades que puedan incidir en la dinámica social local.

Cronogramas y costos

Este ítem deberá ser elaborado con fundamento a las obras, actividades y acciones de manejo ambiental planteadas para las particularidades del proyecto

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

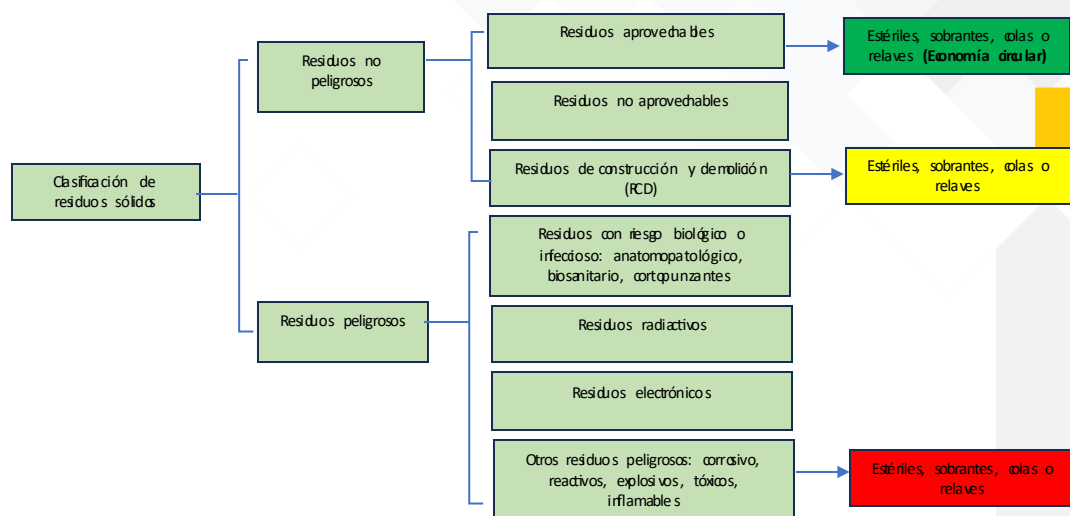


Figura 1. Clasificación de residuos sólidos y distintos tipos de

Fuente:Elaboración propia a partir de Minambiente (2020)

3.6. Componente paisaje

3.6.1. Programa de manejo de calidad visual del paisaje - Subprogramas de manejo de: la calidad del paisaje.

Tabla 10. Programa de manejo de la calidad del paisaje

COMPONENTE PAISAJE								
Programa de manejo del paisaje								
Subprograma: Manejo de la calidad visual del paisaje								
OBJETIVO	Implementar medidas de manejo ambiental de los impactos generados en el recurso paisaje durante las diferentes etapas del proyecto							
METAS	Adecuar paisajísticamente las zonas intervenidas por las diferentes etapas del proyecto							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO		Actividad	Exploración	Explotación	Benefició y transformación			
		Arranque cargue y transporte interno y externo de materiales	X	X	X			
		Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves	X	X	X			
		Frentes de explotación a cielo abierto		X				
		Apertura y adecuación de vías de acceso	X	X	X			
		Construcción, adecuación y desmantelamiento de infraestructura	X	X	X			
		Almacenamiento y disposición de residuos sólidos y líquidos	X	X	X			
IMPACTO AMBIENTAL	- Alteración en la percepción visual del paisaje							
TIPO DEMEDIDA	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	
ACCIONES POR DESARROLLAR								

Para el manejo paisajístico se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Armonizar las áreas intervenidas con el medio circundante, de forma que los observadores ajenos al mismo, no tengan impacto visual negativo o este sea mínimo.
- Se deben establecer pantallas visuales que pueden ser de material estéril, de vegetación o mixtas. Si las pantallas son vegetales, se deberá promover árboles y arbustos de origen nativo que se caractericen por ser de hojas perennes, crecimiento rápido y un sistema radicular abundante, además que sus semillas sirvan de alimento para la fauna. En cuanto a terraplenes, se podrán construir con los estériles procedentes de la propia explotación, modificando así el relieve natural y complementando, la efectividad de las pantallas visuales. Se recomienda la implantación de la vegetación en las bermas ya que ayuda a romper la continuidad y uniformidad del talud mejorando su apariencia además de servir de elementos de protección frente a caídas ocasionales de piedras.
- Se deberá promover acciones para el uso de materia orgánica que se retira durante las diferentes actividades del proyecto, en las labores de revegetalización y empradización.
- Se debe efectuar acciones de preservación y protección de las zonas verdes a conservar dentro del área del proyecto, con el fin de que sirvan como un banco de semillas para germinaciones de especies futuras y se pueda emplear en las actividades de recuperación, restablecimiento y restauración de las áreas intervenidas por el proyecto.
- Se debe realizar el aislamiento y señalización de las áreas a revegetalizadas, con el objetivo de evitar el ingreso de animales y personas ajenas que puedan generar daños físicos a las siembras realizadas.
- Se deberá formular un plan de mantenimiento anual con el fin de garantizar la supervivencia a futuro de las siembras realizadas en las labores de revegetalización, contemplando actividades como manejo de plagas y enfermedades, plateo, fertilización, podas, resiembras entre otros.
- Al final de la actividad exploratoria y se decida no continuar con la etapa siguiente del proyecto, se deberá realizar la readecuación de los sitios usados de acuerdo con las formas del terreno y las pendientes de las laderas.
- La construcción de campamentos y talleres asociados a la explotación e infraestructura asociada deberá realizarse en diseños concordantes con las características propias del entorno, utilizando materiales y arquitectura contrastante con el entorno biofísico y cultural.
- Si las condiciones del proyecto minero, no permiten el llenado final de los tajos, se recomienda proceder al modelado y estabilización de los taludes, para lograr una armonía morfológica acorde con el entorno fisiográfico y para facilitar la implantación de una cobertura vegetal sobre los mismos.
- Se debe evitar la apertura de obras, canteras o infraestructuras en laderas de cerros o lo más próximas a carreteras, autopistas u otros corredores visuales, así como de zonas habitadas desde los cuales sean visibles.
- Lo frentes de explotación de la actividad minera a cielo abierto, pueden orientarse de manera que la parte activa no sea tan visible, desde los puntos visuales de observación. Esto se consigue, cuando los taludes se van excavando con un rumbo paralelo a la dirección de un corredor visual situado al mismo nivel.

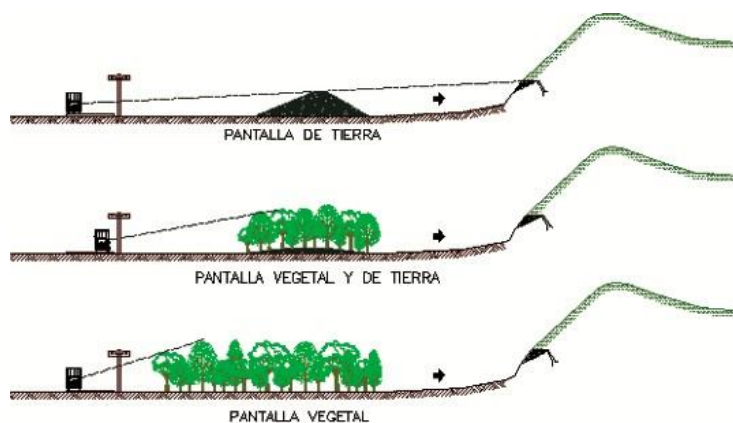
Acciones para el modelado de las pilas de disposición de estériles:

- Los estériles se deben ubicar de tal forma que sean estructuras armonizadas al paisaje.
- Es aconsejable darles a las pilas de disposición de sobrantes una forma alargada y de poca altura.
- Perfilar la altura de las pilas de disposición de sobrantes de acuerdo con el entorno y considerando su estabilidad.
- Las líneas curvas sobre superficies suaves producen una intrusión visual menor que las líneas y cortes rectos sobre superficies planas, que acentúan formas y volúmenes.

Instalaciones fijas (infraestructura de soporte).

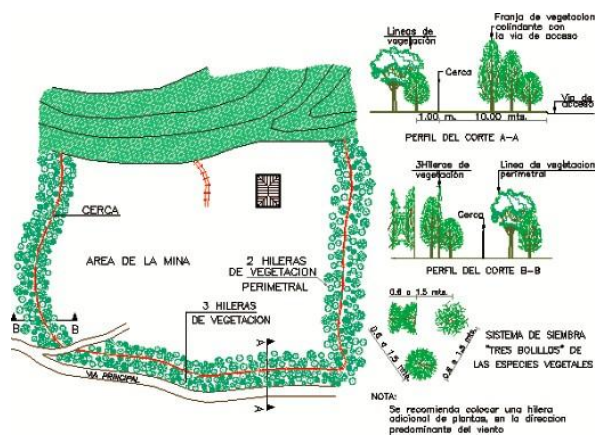
La planta procesadora, la planta de energización del proyecto, la estación de combustibles, el polvorín, los talleres, las oficinas y el campamento deberán ser objeto de diseño y construcción tales que su incorporación al entorno, no resulte agresivo para los observadores, para ello tener en cuenta estrategias como:

- Diseño arquitectónico
- Estrategias de mimetización de infraestructura artificial o ocultamiento, y apantallamiento y evitar que los elementos artificiales se destaquen en la línea del horizonte de las zonas más frecuentadas
- Uso de materiales de construcción más sostenibles
- Emplazamientos más armoniosos con el ambiente



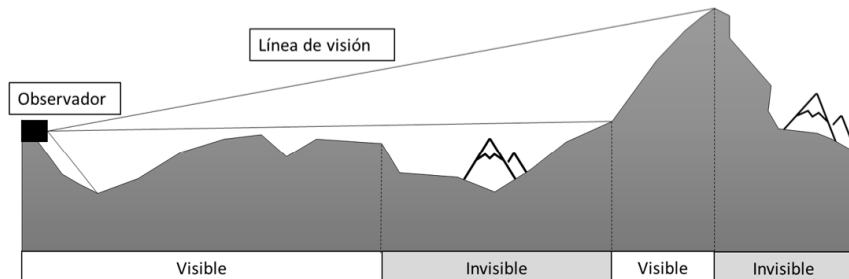
Tipos de pantallas visuales.

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



Tipos y ubicación de barreras vivas. Fuente:

Instituto Tecnológico Geominero de España. Tomado del Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería, 1989.



Principio de determinación de visibilidad

Fuente: Matteucci et al 2010, tomado del ANLA, 2023. Manual para la estimación de la cuenca visual del paisaje y su valoración económica ambiental pág 12

LUGAR DE APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Sitios de exploración y explotación - Zonas de beneficio y transformación del mineral - Zonas de construcción y adecuación de infraestructura - Zonas de almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas, relaves y escombros - Vías internas y externas - Zona de disposición de residuos sólidos y líquidos
PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO	
Ingeniero ambiental, forestal o afines con experiencia en actividades de paisajismo	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental en cuanto al manejo del impacto en la ficha de manejo ambiental - Llevar registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades realizadas y responsables - Incluir en la ficha de manejo ambiental los indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), que se seleccionarán de acuerdo con los alcances y necesidades del proyecto minero y se encuentra disponible en la web en el siguiente enlace https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/02_transformacionales/03_nuevo_modelo/Documentos/27-08-2022-Indicadores_de_efectividad.pdf - Establecer indicadores, según las necesidades del proyecto. Las tipologías del indicador pueden ser de cumplimiento, evaluación, eficacia y eficiencia (ANLA, 2018 pág. 10). Los indicadores hacen parte fundamental de la construcción del análisis de internalización, en la evaluación económica ambiental EEA, y permiten comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el servicio ecosistémico que se está evaluando y para su aplicación, se recomienda el uso de indicadores que expresen la cantidad del efecto externo en forma cuantitativa (Bickel & Friedrich, 2005 tomado de ANLA, 2018, pág. 2) 	

Ejemplo de Indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), para el manejo del paisaje	
Nombre del indicador	Descripción
Paisaje perceptual/ visualmente reconformado	El indicador mide el avance porcentual, en términos de unidades de paisaje reconfirmadas (área). Debe ser mayor a cero a partir del segundo periodo de seguimiento. Los rangos de medición del impacto son determinados por la correlación entre los resultados de la evaluación de cambios en la percepción visual de la comunidad y el área de las unidades de paisaje a reconfirmar definidas en la línea base.
Cronogramas y costos	Este ítem deberá ser elaborado con fundamento a las obras, actividades y acciones de manejo ambiental planteadas para las particularidades del proyecto

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

✓ **MEDIO BIÓTICO**

3.7. Componente flora y fauna

3.7.1. Programa de manejo de flora y fauna - Subprogramas de manejo de: flora y protección de comunidades de fauna.

Tabla 11. Programa de manejo de flora y fauna

COMPONENTE FLORA Y FAUNA									
Programa de manejo de flora y fauna									
Subprograma 1: Manejo de flora									
Subprograma 2: Manejo de la protección de comunidades de fauna									
OBJETIVO		Implementar medidas de manejo ambiental de los impactos generados en los recursos de flora y fauna durante las diferentes etapas del proyecto							
METAS		Implementar buenas prácticas de manejo para proteger las comunidades de flora y fauna terrestre en el proyecto minero							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO		Actividad	Exploración	Explotación	Benefició y transformación				
		Arranque cargue y transporte interno y externo de materiales	X	X	X				
		Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves	X	X	X				
		Apertura y adecuación de vías de acceso	X	X	X				
		Construcción, adecuación y desmantelamiento de infraestructura	X	X	X				
		Almacenamiento y disposición de residuos sólidos y líquidos	X	X	X				
IMPACTO AMBIENTAL		<div>- Alteración a ecosistemas terrestres</div> <div>- Alteración a cobertura vegetal</div> <div>- Alteración a comunidades de flora</div> <div>- Alteración a comunidades de fauna terrestre</div> <div>- Alteración a ecosistemas acuáticos</div> <div>- Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática</div>							
TIPO DEMEDIDA		Prevención		Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	X
ACCIONES POR DESARROLLAR									
Subprograma 1: Manejo de flora									

- A partir de la flora caracterizada en el área de estudio, se formularán tratamientos de restauración en combinación con herramientas físicas y químicas, con énfasis en especies nativas que aceleren el proceso, para garantizar una cobertura significativa y la recuperación del hábitat en el mediano plazo.
- En caso de que el proyecto requiera permiso de aprovechamiento forestal, se
- Establecer corredores y estructuras de conectividad, con el fin de conectar fragmentos de hábitats que faciliten el movimiento de especies y el intercambio genético entre poblaciones.
- Conservar en la medida de lo posible las coberturas vegetales protectoras que se encuentran en el área de intervención minera, con el fin de que sirvan como un banco de semillas para realizar las labores de reforestación, restauración y compensación. Estas áreas funcionan como refugios para la biodiversidad y ayudan a mantener la integridad ecológica de la región.
- Elaborar la zonificación de las áreas de protección como bosques y refugios de fauna
- Realizar un tratamiento de reconstrucción en los suelos compactados o que experimenten un aumento en su densidad, antes de realizar un proceso de reforestación, con el fin de evitar pérdidas de material vegetal
- Se recomienda corregir la acidez o alcalinidad del suelo antes de realizar siembras. El método más común para mejorar la acidez y neutralizar el suelo, es mediante la enmienda de caliza o encalado, luego se deberá cubrir con tierra vegetal y si no se dispone de ella de cualquier otro compuesto orgánico. También se aconseja añadir fertilizantes.
- Controlar y erradicar especies de plantas invasoras que pueden ser introducidas accidentalmente en el área del proyecto. Estas especies pueden desplazar a las nativas y alterar el equilibrio ecológico.
- En caso de que en el área del proyecto haya presencia de especies de flora silvestre en veda nacional o regional, se debe establecer medidas in situ como rescate, traslado y reubicación de especies; recuperación, rehabilitación o restauración ecológica y compra de predios para restauración asistida para casos especiales de proyectos de corta duración, cuyo contrato de ejecución de obra sea de un año o menos
- Obtención del material vegetal a plantar mediante viveros certificados o por medio de la propagación de material vegetal rescatado del área de intervención del proyecto, obra o actividad.
- Rescate, traslado y reubicación de individuos en categoría de desarrollo brinzal y latizal de especies arbóreas, arbustivas, helecho arborescente, forófitos u hospederos de Bromelias, Orquídeas, Musgos, Hepáticas, Líquenes y Anthocerotales declarados en veda y que serán afectados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad.
- Establecer metas claras para la rehabilitación, como la restauración de la estructura y función ecológica, la conservación de especies en peligro, o la creación de hábitats para la fauna silvestre.
- Identificar un ecosistema de referencia que corresponda a las condiciones no perturbadas de la misma zona de vida del área seleccionada. Este sirve como modelo para guiar los objetivos y técnicas de restauración.
- Identificar las especies de flora propias del área de influencia del proyecto, con el fin de seleccionar especies arbóreas y arbustivas nativas idóneas, considerando su adaptabilidad al clima y al suelo, así como su función ecológica.
- Incluir forófitos potenciales, es decir, especies que puedan servir como anfitrionas de otras especies de flora y fauna, especialmente aquellas en veda nacional para asegurar su conservación.
- Crear un diseño florístico que refleje la estructura y composición del ecosistema de referencia. El diseño debe ocupar al menos el 80% del área seleccionada para asegurar una cobertura y diversidad biológica adecuadas (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2019). Planificar la distribución espacial de las especies para facilitar procesos ecológicos como la dispersión de semillas y la polinización.
- Establecer barreras físicas como cercas, barreras naturales de vegetación o estructuras artificiales que limiten el acceso y reduzcan la incidencia de perturbaciones en las áreas rehabilitada/revegetalizadas/restauradas/recuperadas/restauradas.
- Se sugiere que el área escogida para realizar actividades de restauración, recuperación, regeneración, rehabilitación, cuente con vocación de uso del suelo de protección o conservación ambiental, con el fin que sea sostenible en el tiempo.
- Las medidas de manejo se podrán articular con las metas y objetivos en programas y estrategias regionales

y nacionales para la conservación y estudio de las especies de flora, siempre y cuando cumplan con los lineamientos especificados en las medidas aprobadas por la autoridad ambiental.

- Para proponer medidas de manejo ambiental para especies de flora en veda, se recomienda tener en cuenta la Circulares 8201-2-2378 y 8201-2-808, ambas del 2019 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en la cual se proporcionan lineamientos para la imposición de medidas de manejo por la afectación de flora en veda nacional o regional
- Aplicar buenas prácticas de agrominería, según las condiciones del proyecto (huertas orgánicas, silvicultura, viveros) en el área de influencia del proyecto.
- Realizar un programa de educación ambiental enfocado al conocimiento y la importancia de la protección de la flora, las especies que se deben priorizar en el área de influencia del proyecto.
- La madera útil que resulta como producto del aprovechamiento forestal, será utilizada inicialmente para las obras del proyecto en las que sea requerida la madera, como obras de cerramiento, Mulch para la protección del suelo, entre otras. En caso de tener madera sobrante, se recomienda donarla a la comunidad.

Subprograma 2: Manejo de la protección de comunidades de fauna

- Designar zonas de exclusión donde no se permitan actividades mineras para proteger áreas críticas para la fauna, como zonas de reproducción, alimentación o migración.
- Implementar barreras físicas para minimizar la interacción entre las operaciones mineras y los hábitats de la fauna.
- Mantener corredores ecológicos que conecten áreas protegidas o hábitats intactos para facilitar el movimiento y la dispersión de la fauna.
- Aplicar técnicas de minería y horarios de trabajo que minimicen la perturbación acústica y luminosa en áreas sensibles por la fauna silvestre
- Implementar medidas para controlar la velocidad de los vehículos y restringir el acceso a áreas críticas para reducir el riesgo de colisión con fauna.
- Capacitar a los empleados sobre la importancia de la conservación de la fauna y las prácticas adecuadas para evitar impactos negativos.
- Promover la conciencia ambiental entre los trabajadores y las comunidades locales para fomentar la protección de la fauna.
- El ahuyentamiento por tener un carácter preventivo se realizará en dirección a los corredores biológicos que conecten hacia los fragmentos de bosque cercanos o a las zonas destinadas para la recepción de fauna
- Identificar las especies en alguna categoría de amenaza o que requieran medidas de especiales de manejo, por ejemplo: repoblamiento, marcaje de individuos, evaluación y monitoreo de especies focales y sombrilla

Establecer estrategias de protección como:

- Ahuyentamiento de individuos
- Baja perturbación en épocas de reproducción
- Reportes de avistamientos
- Registro de colisiones (aves, quirópteros)
- Inventarios de fauna
- Prohibición de caza o extracción de individuos
- Avisos informativos sobre: nidos, madrigueras, zonas de desove, entre otros
- Incluir dentro de los procesos contractuales obligaciones y prohibiciones sobre aspectos que puedan ver amenazadas la fauna presente en el área de influencia del proyecto
- El ahuyentamiento se desarrollará en dos fases; la primera entre 8 y 30 días aproximadamente, antes de las

actividades de desmonte y descapote hasta su ejecución, con el fin de ahuyentar la mayor cantidad de especies de fauna silvestre y evitar con esto que durante estas actividades las especies de fauna vertebrada resulten heridas o mueran. Se realiza en este periodo de tiempo (de 8 a 30 días) dependiendo del área de la cobertura a intervenir y con el fin de evitar que las especies que fueron ahuyentadas no retornen nuevamente al área que se va a transformar.

- La segunda fase se realizará paralela al desmonte y descapote y tiene como fin rescatar las especies que en la primera fase no fueron ahuyentados, además del rescate de aquellas especies que debido a las actividades realizadas resulten heridas o queden atrapadas. Esto se realizará en todos los frentes que se dispongan para estas actividades.

Manejo de ecosistemas acuáticos

- Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales para asegurar que los efluentes mineros sean tratados antes de ser descargados en cuerpos de agua y proteger las comunidades acuáticas
- Asegurar que los residuos sólidos sean gestionados de manera que no contaminen los cuerpos de agua. Esto incluye la adecuada disposición de relaves y otros residuos mineros en instalaciones seguras y diseñadas para evitar la lixiviación en aguas subterráneas y superficiales
- Rehabilitar hábitats acuáticos que puedan haber sido alterados por la minería. Esto puede incluir la reforestación de zonas ribereñas, la reconstrucción de lechos de ríos y la creación de hábitats artificiales.
- Implementar prácticas de manejo de aguas para evitar la alteración de los patrones naturales de esorrentía y los niveles de agua subterránea. Esto incluye la construcción de diques y barreras para controlar el flujo de agua.
- Utilizar técnicas para prevenir la formación de drenaje ácido de mina (DAM), como el encapsulamiento de desechos que contienen sulfuros y el tratamiento de aguas ácidas antes de su liberación.
- Utilizar barreras físicas para proteger los ecosistemas acuáticos de sedimentos y contaminantes. Esto puede incluir la instalación de cortinas de sedimentos y sistemas de filtración.

LUGAR DE APLICACIÓN

- Sitios de exploración y explotación
- Zonas de beneficio y transformación del mineral
- Zonas de construcción y adecuación de infraestructura
- Zonas de almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas, relaves y escombros
- Vías internas y externas
- Zona de disposición de residuos sólidos y líquidos

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Ingeniero ambiental, forestal o afines con experiencia en actividades de paisajismo

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Realizar monitoreos periódicos para evaluar la salud y el crecimiento de la flora en y alrededor del sitio minero. Esto permite ajustar las estrategias de manejo según sea necesario para maximizar su efectividad.
- Capacitar al personal del proyecto en prácticas de manejo ambiental y sensibilizarlos sobre la importancia de proteger la flora y fauna.
- Identificar y delimitar parcelas de monitoreo permanentes dentro del área de restauración. Estas parcelas deben ser representativas de las diferentes condiciones ambientales y biológicas presentes en el proyecto. El tamaño y la ubicación de las parcelas deben ser seleccionados para capturar la siguiente información: colonización de especies en veda en sustratos epífitos, rupícolas y terrestres. Esto implica registrar la presencia y ausencia de estas especies, su fenología, abundancia (medida en cobertura cm^2), hospederos y estado

fitosanitario.

- Plantear y realizar un plan de seguimiento y mantenimiento que contemple mínimo tres años de mantenimiento y monitoreo, después de finalizado el establecimiento, o bien de acuerdo a los lineamientos del Plan Nacional de Restauración: Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de áreas Disturbadas (MADS, 2015).
- Verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental en cuanto al manejo del impacto en la ficha de manejo ambiental
- Llevar registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades realizadas y responsables
- Incluir en la ficha de manejo ambiental los indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), que se seleccionarán de acuerdo con los alcances y necesidades del proyecto minero y se encuentra disponible en la web en el siguiente enlace

https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/02_transformacionales/03_nuevo_modelo/Documentos/27-08-2022-Indicadores_de_efectividad.pdf

- Establecer indicadores, según las necesidades del proyecto. Las tipologías del indicador pueden ser de cumplimiento, evaluación, eficacia y eficiencia (ANLA, 2018 pág. 10). Los indicadores hacen parte fundamental de la construcción del análisis de internalización, en la evaluación económica ambiental EEA, y permiten comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el servicio ecosistémico que se está evaluando y para su aplicación, se recomienda el uso de indicadores que expresen la cantidad del efecto externo en forma cuantitativa (Bickel & Friedrich, 2005 tomado de ANLA, 2018, pág. 2)

Ejemplo de Indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), para el manejo de flora y fauna

Nombre del indicador	Descripción
Variación de la superficie de los ecosistemas naturales	Este índice representa los niveles de variación de coberturas de ecosistemas naturales de un periodo con respecto a otro de referencia (Minambiente, 2020)
Riqueza de especies por subgrupo	La riqueza representa el número de especies en determinado territorio y es importante evaluarla por cada uno de los subgrupos (mamíferos, reptiles, anfibios, peces y aves) como referente de la biodiversidad de una región (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012, tomado de Minambiente, 2020).
Riqueza de especies de fauna clave	La riqueza representa el número de especies en determinado territorio y es importante evaluarla por cada uno de los subgrupos (amenazadas, endémicas, migratorias)

Cronogramas y costos

Este ítem deberá ser elaborado con fundamento a las obras, actividades y acciones de manejo ambiental planteadas para las particularidades del proyecto

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

✓ **MEDIO SOCIOECONOMICO**

3.8. Componente social

3.8.1. Programa de manejo integral del medio socioeconómico

Tabla 12. Programa de manejo integral del medio socioeconómico

COMPONENTE DEMOGRÁFICO, PARTICIPATIVO, ECONÓMICO, CULTURAL Y ORGANIZACIONAL									
Programa de manejo integral del medio socioeconómico									
Subprograma 1: Manejo de las condiciones demográficas									
Subprograma 2: Manejo de las condiciones económicas y culturales									
Subprograma 3: Manejo participativo y de organizativo									
OBJETIVO	Promover acciones que permitan a las comunidades su participación en las iniciativas que contribuyen al desarrollo social, económico y cultural del área de proyecto.								
METAS	<ul style="list-style-type: none">- Incentivar la participación comunicatoria y organizacional- Desarrollar proyectos culturales y económicos en beneficio de la comunidad.								
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO		Actividad	Etapas en la que se presenta						
			Exploración	Explotación	Beneficio y transformación				
		Ejecución y desarrollo del proyecto	X	X	X				
		Mantenimiento de maquinaria y equipos	X	X	X				
		Almacenamiento y disposición de material útil, estéril, colas o relaves	X	X	X				
		Frentes de explotación		X					
		Beneficio y transformación de minerales		X	X				
		Construcción, adecuación y desmantelamiento de infraestructura física	X	X	X				
		Perforación y voladura	X	X					
IMPACTO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none">- Cambios en las variables demográficas- Generación y/o alteración de conflictos sociales- Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local- Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.- Modificación de las actividades económicas de la zona								
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación		
ACCIONES POR DESARROLLAR									
Subprograma 1: Manejo de las condiciones demográficas									
<ul style="list-style-type: none">- Realizar la divulgación del proyecto de manera sistemática e informativa para dar a conocer el inicio, avance y cierre de las actividades en las diferentes etapas de éste, involucrando los actores sociales y organizacionales en el proceso de información y de divulgación.- Priorizar la contratación de mano de obra local durante las diferentes etapas del proyecto, y fomentar el trabajo digno, disminuyendo así los fenómenos de migración (emigración e inmigración).- Elaborar encuestas, actas de vecindad y documentos que permitan realizar la caracterización de la población asentada en									

el área del proyecto.

Subprograma 2: Manejo de las condiciones económicas y culturales

- Incentivar y promover la ejecución de proyectos acorde a las actividades económicas y culturales que se desarrollen en el territorio, los cuales pueden ser articulados con los diferentes proyectos de las entidades gubernamentales o de organizaciones públicas/privadas.
- Contribuir al cuidado y preservación de la infraestructura vial de carácter comunitario (vías veredales o de orden nacional).
- Para mitigar el efecto producido por las emisiones de polvo y partículas generadas por el tránsito de vehículos y maquinaria por accesos desprovistos de capa de rodadura, se recomienda, en épocas de tiempo seco, el humedecimiento periódico de dichas vías. Adicionalmente, se debe prohibir el riego de aceite quemado para atenuar este efecto

Subprograma 3: Manejo participativo y de organizativo

- Definir las herramientas de divulgación a utilizar para las convocatorias masiva, las cuales deben contener las piezas o estrategias de comunicaciones escritas, volantes, oficios o afiches informativos. Estos medios de convocatoria deben ser instalados en puntos estratégicos del territorio y ser entregados a los representantes de la Junta de Acción Comunal -JAC o agremiaciones. Las piezas de comunicación para las convocatorias de reuniones deben permitir a las personas la identificación sobre quién convoca, objeto o tema a tratar, el lugar, hora y fecha de realización de la reunión, así como los datos de contacto de la persona encargada de la reunión
- Realizará un cronograma concertado con la comunidad y autoridades locales, para el desarrollo de los encuentros de participación social y organizativo, en las cuales se expondrán los avances de las actividades del proyecto y este servirá de espacio para atender las inquietudes o requerimientos de la comunidad sobre proyecto.
- Generar espacios de atención para las comunidades, organizaciones y autoridades locales, de manera que se genere respuesta a las inquietudes, peticiones, quejas, reclamos y solicitudes al desarrollo del Proyecto.
- La educación ambiental para las comunidades se realiza a partir del dialogo de saberes y se orienta hacia el diseño y la ejecución de las acciones pedagógicas y participativas que contribuyan al manejo sostenible del ambiente y al establecimiento de pautas para la convivencia armónica entre el proyecto, la comunidad y el entorno natural, así como al fortalecimiento de la capacidad de autogestión comunitaria. La participación del personal vinculado al proyecto dentro de los programas de educación ambiental, tiene varios objetivos, entre los cuales está la promoción del respeto por los recursos naturales renovables en el área de influencia del proyecto minero. Algunos de los temas sugeridos para realizar el programa de educación ambiental minero son:

No.	Temática
1.	Normativa legal regional y nacional sobre protección ambiental
2.	Entidades encargadas de su regulación
3.	Funciones y responsabilidad sobre la Gestión Ambiental para el proyecto minero
4.	Importancia de los recursos renovables sobre el paisaje regional y sus servicios ambientales directos e indirectos
5.	Respeto por la comunidad y autoridades ambientales, mineras y territoriales
6.	Discusión de las alternativas ambientales de producción más limpia
7.	Normatividad existente sobre participación ciudadana
8.	Metodología estratégica y herramientas que permitan al minero interactuar con la comunidad
9.	Importancia del cumplimiento ambiental
10.	Importancia de una buena gestión y desempeño minero
11.	Consecuencias del incumplimiento ambiental y de una gestión y desempeño deficientes

Actores claves

Todo proyecto minero debe incluir un programa de educación ambiental, dirigido a dos públicos:

A las comunidades asentadas en la zona del proyecto y al personal vinculado al proyecto (incluida la dirección de la empresa). La educación ambiental para las comunidades se realiza a partir del dialogo de saberes y se orienta hacia el diseño y la ejecución de las acciones pedagógicas y participativas que contribuyan al manejo sostenible del ambiente y al establecimiento de pautas para la convivencia armónica entre el proyecto, la comunidad y el entorno natural, así como al fortalecimiento de la capacidad de autogestión comunitaria.

La participación del personal vinculado al proyecto dentro de los programas de educación ambiental, tiene varios objetivos, entre los cuales está la promoción del respeto por los recursos naturales renovables de influencia del proyecto minero. Por otra parte, la participación de la dirección de la empresa permite asegurar los recursos humanos, financieros para el buen desarrollo del programa de educación ambiental.

Aspectos logísticos y de funcionamiento

Se deben seleccionar sitios adecuados para desarrollar las acciones encaminadas a la educación ambiental, que sean sitios con adecuada iluminación y ventilación, y dotados de herramientas visuales que faciliten las actividades planeadas

Metodologías

Encuestas, talleres, ferias, seminarios, charlas técnicas, eventos, cartillas, folletos, recorridos guiados, implementación de proyectos, programa de televisión, programas radio, obras de teatro, conmemoración de fechas ambientales, campañas y otras.

Incentivos

Se recomienda generar incentivos académicos al personal de la empresa, para promover estándares de mejoramiento de los controles ambientales de emisiones, vertimientos y manejo de residuos sólidos, tanto de los procesos como de las actividades de las fichas del plan de manejo ambiental.

Otros aspectos

La aplicación del programa de educación ambiental se realizará durante toda la vida útil del proyecto de minero, y las durante las actividades de cierre y abandono. Se recomienda seguir las siguientes acciones:

- Realizar una estrategia de comunicaciones que apoye procesos de participación de los actores claves del proyecto minero en los asuntos ambientales. La estrategia de comunicación debe permitir el acceso ágil y oportuno a la información y posibilitar instancias de dialogo entre los diferentes actores.
- Promover formas de comunicación con un objetivo pedagógico y que reconozca las diferencias culturales, regionales y étnicas.
- Apoyar y promover la publicación de materiales impresos y audiovisuales
- Articular los procesos de educación ambiental del proyecto minero con los (Proyectos ambientales escolares PRAE) que se vienen desarrollando en el área de influencia del proyecto. (Ley 1549 de 2012)
- Articular los procesos de educación ambiental con los PROCEDAS que desde los diferentes grupos étnicos del área de influencia del proyecto minero se vienen desarrollando (Ley 1549 de 2012)
- Articular los procesos de educación ambiental con los planes y propuestas que adelantan los Comités Técnicos
- Interinstitucionales de Educación ambiental en el área de influencia (CIDEA) (Ley 1549 de 2012)
- Llevar actas, registro fotográfico y listados de asistencia

Atender a las temáticas particulares de fundamental interés:

- Estrategias educativas para el manejo sostenible de la biodiversidad
- Comprensión de la temática relacionada con cambio climático
- Manejo integral de residuos sólidos
- Conservación, uso y aprovechamiento de los recursos hídricos y energéticos
- Gestión del riesgo
- Buenas prácticas mineras
- Economía circular

LUGAR DE APLICACIÓN Áreas de interés comunitario, participativo y social, ubicadas en zona de influencia del proyecto.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Profesional social, Trabajador social, Psicólogo o afines con experiencia con relacionada.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Para todos los subprogramas

- Incluir en la ficha de manejo ambiental los indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022), que se seleccionarán de acuerdo con los alcances y necesidades del proyecto minero y se encuentra disponible en la web en el siguiente enlace

https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/02_transformacionales/03_nuevo_modelo/Documentos/27-08-2022-Indicadores de efectividad.pdf

- Establecer indicadores, según las necesidades del proyecto. Las tipologías del indicador pueden ser de cumplimiento, evaluación, eficacia y eficiencia (ANLA, 2018 pág. 10). Los indicadores hacen parte fundamental de la construcción del análisis de internalización, en la evaluación económica ambiental EEA, y permiten comparar, medir o identificar el porcentaje de cambio sobre el servicio ecosistémico que se está evaluando y para su aplicación, se recomienda el uso de indicadores que expresen la cantidad del efecto externo en forma cuantitativa (Bickel & Friedrich, 2005 tomado de ANLA, 2018, pág. 2)

Ejemplo de Indicadores de efectividad en el proceso de licenciamiento ambiental (ANLA, 2022)

Nombre del indicador	Descripción
Tasa de accidentabilidad vial	Mide la tasa de accidentalidad respecto del periodo de seguimiento anterior
Tasa de variación de tiempos de viaje	Mide los tiempos promedio de viaje, respecto del periodo de seguimiento anterior, en las vías afectadas por el POA
Manejos de sitios críticos	Mide las vías y sitios de acceso afectados por el POA
Concienciación	Este indicador evalúa como analiza la comunidad formada las condiciones ambientales, posterior a un proyecto educación ambiental en las cuales se establecen implicaciones personales en beneficio del ambiente.
Participación	Este indicador evalúa la actitud y las contribuciones de la comunidad intervenida en los procesos de formación
Conocimiento	Este indicador evalúa la adquisición y discusión conceptual que requiere lo ambiental desde la diversidad natural, cultural y social
Fortalecimiento de procesos formativos	Este indicador evalúa en la comunidad el fortalecimiento de la información adquirida por los medios de procesos formativos ambientales (Cultura, natural y

	social) a nivel individual
Cronogramas y costos	Este ítem deberá ser elaborado con fundamento a las obras, actividades y acciones de manejo ambiental planteadas para las particularidades del proyecto

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

4. Indicadores

A continuación, se presenta el listado de indicadores de efectividad relacionados para cada Categoría Estandarizada de Impacto CEI, con el objetivo de que el usuario minero en conjunto de un equipo interdisciplinario de profesionales, definan cuales indicadores se adaptan mejor a su proyecto, obra o actividad minera.

Tabla 13. Indicadores de efectividad para cada CEI

ID CEI	CATEGORÍA ESTANDARIZADA DE IMPACTO	LISTADO DE INDICADORES
CEI_01	Alteración a la calidad del aire	CEI_1_IND_01 Índice de Calidad de Aire - ICA CEI_1_IND_02 Reducción de emisión de gases y/o material particulado CEI_1_IND_03 Fuentes fijas puntuales de emisión de gases y/o material particulado controladas CEI_1_IND_04 Reducción de gases de efecto invernadero – GEI
CEI_02	Alteración a las propiedades físicas del aire	CEI_2_IND_01 Variación porcentual de parámetros meteorológicos
CEI_03	Alteración en los niveles de presión sonora	CEI_3_IND_01 Fuentes de emisión de ruido controladas CEI_3_IND_02 Excedencia de niveles de emisión de ruido
CEI_04	Alteración en los niveles de radiación	CEI_4_IND_01 Fuentes de radiación ionizante y/o no ionizante controladas CEI_4_IND_02 Reducción de emisión de radiación
CEI_05	Generación de olores ofensivos	CEI_5_IND_01 Olores ofensivos por sustancia o mezcla de sustancias controlados CEI_5_IND_02 Reducción de emisión de olores ofensivos

CEI_06	Alteración de las condiciones geológicas en profundidad	CEI_6_IND_01 Número de eventos sísmicos inducidos por las actividades del POA CEI_6_IND_02 Vibraciones en superficie atribuibles a las actividades del POA
CEI_07	Alteración de la geoforma del terreno	CEI_7_IND_01 Áreas reconformadas y/o restauradas morfológicamente
CEI_08	Alteración de las condiciones geotécnicas	CEI_8_IND_01 Áreas intervenidas estabilizadas CEI_8_IND_02 Identificación de puntos críticos CEI_8_IND_03 Variación de los factores de seguridad CEI_8_IND_04 Variación de la calidad del macizo rocoso CEI_8_IND_05 Variación de las presiones de poro CEI_8_IND_06 Variación de deformación del material geológico medido y/o de las estructuras construidas
CEI_09	Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo	CEI_9_IND_01 Calidad del recurso hídrico subterráneo
CEI_10	Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	CEI_10_IND_01 Nivel piezométrico de los acuíferos y/o sus zonas de recarga mantenido CEI_10_IND_02 Caudal de agua infiltrado CEI_10_IND_03 Caudal de manantiales mantenido CEI_10_IND_04 Manantiales desaparecidos
CEI_11	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	CEI_11_IND_01 Cambios y/o alteraciones de las condiciones naturales de la corriente controlados CEI_11_IND_02 Histórico del nivel base de erosión CEI_11_IND_03 Histórico del factor de sinuosidad CEI_11_IND_04 Incremento en el nivel de amenaza por procesos de remoción en masa
CEI_12	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Carga Contaminante CEI_12_IND_01 Índice de contaminación por mineralización (ICOMI) CEI_12_IND_02 Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) CEI_12_IND_03 Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) CEI_12_IND_04 Índice de contaminación por

		<p>temperatura (ICOTEMP)</p> <p>CEI_12_IND_05 Índice de contaminación por pH (ICOpH)</p> <p>CEI_12_IND_06 Calidad del recurso hídrico superficial asociado a los usos del agua</p> <p>CEI_12_IND_07 Calidad del recurso hídrico superficial asociado a los objetivos de calidad establecidos por la autoridad ambiental regional</p> <p>CEI_12_IND_08 Índice Biológico BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party Score)</p>
CEI_13	Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial	<p>CEI_13_IND_01 Cambio en el caudal de las fuentes de agua superficial</p> <p>Variación en el caudal condicionado</p>
CEI_14	Alteración de la calidad del agua y sedimentos marinos	<p>CEI_14_IND_01 Calidad del agua marina</p> <p>CEI_14_IND_02 Calidad del agua marina asociado a los objetivos de calidad establecidos por la autoridad ambiental regional</p> <p>CEI_14_IND_03 Índice de calidad de agua marina (ICAM)</p> <p>CEI_14_IND_04 Calidad del sedimento marino (suspendido y de fondo)</p>
CEI_15	Alteración de las condiciones morfológicas de la línea de costa	<p>CEI_15_IND_01 Variación en el ancho de playa (playa seca)</p> <p>CEI_15_IND_02 Variación de la pendiente del perfil de playa (playa seca y sumergida)</p> <p>CEI_15_IND_03 Área restaurada</p>
CEI_16	Alteración a la calidad del suelo	<p>CEI_16_IND_01 Calidad del suelo</p> <p>CEI_16_IND_02 Suelos contaminados restaurados</p>
CEI_17	Alteración a ecosistemas terrestres	<p>CEI_17_IND_01 Área Basal</p> <p>CEI_17_IND_02 Índice de proximidad</p> <p>CEI_17_IND_03 Índice de conectividad de coberturas naturales</p>
CEI_18	Alteración a cobertura vegetal	<p>CEI_18_IND_01 Densidad de parches de coberturas naturales</p> <p>CEI_18_IND_02 Variación de la superficie de las coberturas de la tierra</p> <p>CEI_18_IND_03 Variación del carbono almacenado</p>
CEI_19	Alteración a comunidades de flora	<p>CEI_19_IND_01 Riqueza de especies amenazadas y/o endémicas</p> <p>CEI_19_IND_02 Tasa de Mortalidad</p> <p>CEI_19_IND_03 Tasa de reclutamiento</p>
		CEI_20_IND_01 Riqueza de especies de fauna clave

CEI_20	Alteración a comunidades de fauna terrestre	(a menazadas, endémicas, migratoria) CEI_20_IND_02 Abundancia Especies clave (migratorias, endémicas, amenazadas) CEI_20_IND_03 Densidad de mortalidad de fauna silvestre causada por atropellamiento o colisión por kilómetro lineal.
CEI_21	Alteración a ecosistemas acuáticos	CEI_21_IND_01 Alteración a ecosistemas acuáticos
CEI_22	Alteración a comunidades de fauna acuática e hidrobiota	CEI_22_IND_01 Alteración a comunidades de fauna acuática e hidrobiota
CEI_23	Cambio en la estructura demográfica, en la distribución espacial de la población y sus efectos en la dinámica de la población	CEI_23_IND_01 Cambio en la estructura demográfica, en la distribución espacial de las poblaciones y sus efectos en la dinámica poblacional
CEI_24	Alteración en la percepción visual del paisaje	CEI_24_IND_01 Paisaje perceptual/visualmente reconformado
CEI_25	Generación y/o incremento de conflictos sociales	CEI_25_IND_01 Generación y/o incremento de conflictos ambientales
CEI_26	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	CEI_26_IND_01 Tasa de accidentalidad vial (por cada 1.000 Hab.) CEI_26_IND_02 Tasa de variación en tiempos de viaje CEI_26_IND_03 Manejo de sitios críticos (vías terciarias)
CEI_27	Modificación de la infraestructura física, social y de servicios públicos	CEI_27_IND_01 Acceso a servicios sociales (SSSS) CEI_27_IND_02 Puntos de acceso a servicios sociales (SSSS)

CEI_28	Modificación de las actividades económicas de la zona	CEI_28_IND_01Intervención de predios en el AI CEI_28_IND_02Variación en actividades económicas tradicionales
CEI_29	Traslado involuntario de población	CEI_29_IND_01Población reasentada CEI_29_IND_02Nivel de Ejecución de Programas/proyectos CEI_29_IND_03Cumplimiento de tiempos (eficacia) CEI_29_IND_04 Variación de costos (eficiencia) CEI_29_IND_05Número de impactos atendidos