Guía ambiental durante el trámite de formalización minera tradicional

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

República de Colombia

Juan Manuel Santos Calderón
Presidente de la República

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Gabriel Vallejo López
Ministro

Pablo Vieira Samper
Viceministro

Francisco José Goméz Montes
Director de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana

Carlos Jairo Ramírez Rodríguez
Coordinador Grupo de la Sostenibilidad de los Sectores Productivos

Equipo Técnico
Elías Pinto Martínez
Andrés Meza
Astrid Eliana Reyes Peña

Corrección de Textos
María Emilia Botero Arias

Guía ambiental durante el trámite de formalización minera tradicional

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia, 2014
Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.
Distribución gratuita

Catalogación en Publicación. MInisterio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental – Centro de Documentación.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Guía ambiental durante el trámite de formalización minera tradicional / Pinto Martínez, Elías; Meza, Andrés; Reyes Peña, Astrid Eliana; Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana.
Bogotá D. C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014.
100 p.

ISBN

1. Minería tradicional. 2. Buenas prácticas. 3. Gestión ambiental. 4. Gestión de residuos. 5. Seguridad industrial. 6. Sustancias peligrosas I. Tit.

CDD: 620.8

Diagramación e impresión
Imprenta Nacional de Colombia

Fotos portada tomadas de:

http://mineriacieloabiertogerm.blogspot.com/
http://bogotacity.olx.com.co/arenas-y-gravas-iid-674971469#galleryContainer
Fotos Steve Cagan Minería San Juan artesanal / Instituto IIAP.
http://www.mindat.org/article.php/374/Las+Esmeraldas+Colombianas
http://www.veoverde.com/2009/08/los-gadgets-y-el-coltan-el-alto-costo-de-los-precios-bajos/
http://projects.inweh.unu.edu/inweh/display.php?ID=2478
http://www.jansochor.com/photo-blog.aspx?id=salinas-de-manaure-colombia

Contenido

Presentación 5

1. Guía de buenas prácticas ambientales para el desarrollo de actividades de extracción de minerales a cielo abierto 8

1.1 COMPONENTE AIRE 9

Ficha Maca 1. Manejo de Material particulado y gases 9
Ficha Maca 2. Manejo de ruido 11

1.2 COMPONENTE AGUA 13

Ficha Maca 3. Manejo de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentía 13
Ficha Maca 4. Manejo de aguas residuales de mina, beneficio y transformación 15
Ficha Maca 5. Manejo de sustancias químicas - Mercurio (Hg) 17

1.3 COMPONENTE SUELOS 22

Ficha Maca 6. Manejo de estériles 22
Ficha Maca 7. Manejo de erosión 24
Ficha Maca 8. Programa recuperación y rehabilitación 26
Ficha Maca 9. Manejo de combustibles 29
Ficha Maca 10. Manejo de sustancias y residuos peligrosos 31
Ficha Maca 11. Manejo de residuos sólidos industriales (colas) 33
Ficha Maca 12. Manejo paisajístico 35
Ficha Maca 13. Manejo de retrollenado 37
Ficha Maca 14. Manejo de vías 39

1.4 COMPONENTE FLORA Y FAUNA 41

Ficha Maca 15. Manejo de flora y fauna 41

1.5 COMPONENTE SOCIAL 43

Ficha Maca 16. Contratación mano de obra 43

2. Guía de buenas prácticas ambientales para el desarrollo de actividades de extracción subterránea de minerales 46

2.1 COMPONENTE AIRE 47

Ficha Masub 1. Manejo de material particulado y gases 47
Ficha Masub 2. Manejo de ruido 49

2.2 COMPONENTE AGUA 51

Ficha Masub 3. Manejo de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentía 51
Ficha Masub 4. Manejo de aguas residuales de mina, beneficio y transformación 53
Ficha Masub 5. Manejo de sustancias químicas - Cianuro 55
Ficha Masub 6. Manejo de sustancias químicas - mercurio (Hg) 61

2.3 COMPONENTE SUELOS 66

Ficha Masub 7. Manejo de estériles 67
Ficha Masub 8. Manejo de erosión 68
Ficha Masub 9. Manejo de hundimientos 70
Ficha Masub 10. Programa recuperación y rehabilitación 73
Ficha Masub 11. Manejo de combustibles 75
Ficha Masub 12. Manejo de sustancias y residuos peligrosos 77
Ficha Masub 13. Manejo de residuos sólidos industriales - colas 79
Ficha Masub 14. Manejo paisajístico 81
Ficha Masub 15. Manejo de retrollenado 83
Ficha Masub 16. Manejo de vías 84

2.4 COMPONENTE FLORA Y FAUNA 85

Ficha Masub 17. Manejo de flora y fauna 85

2.5 COMPONENTE SOCIAL 87

Ficha Masub 18. Contratación mano de obra .....

3. GLOSARIO 88

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 100

Presentación

La presente *Guía de buenas prácticas ambientales* está dirigida a los mineros tradicionales, como un instrumento técnico de orientación, consulta y referencia de tipo conceptual, metodológico y procedimental que promueve las mejores prácticas ambientales en el desarrollo de las actividades mineras tradicionales.

Este instrumento técnico fue construido con la participación y aportes de las autoridades mineras y del sector minero tradicional; así mismo, las medidas propuestas fueron verificadas y ajustadas en campo buscando en todo momento definir, para los proyectos mineros, medidas de manejo apropiadas y efectivas para mejorar de manera sistemática y continua sus condiciones ambientales.

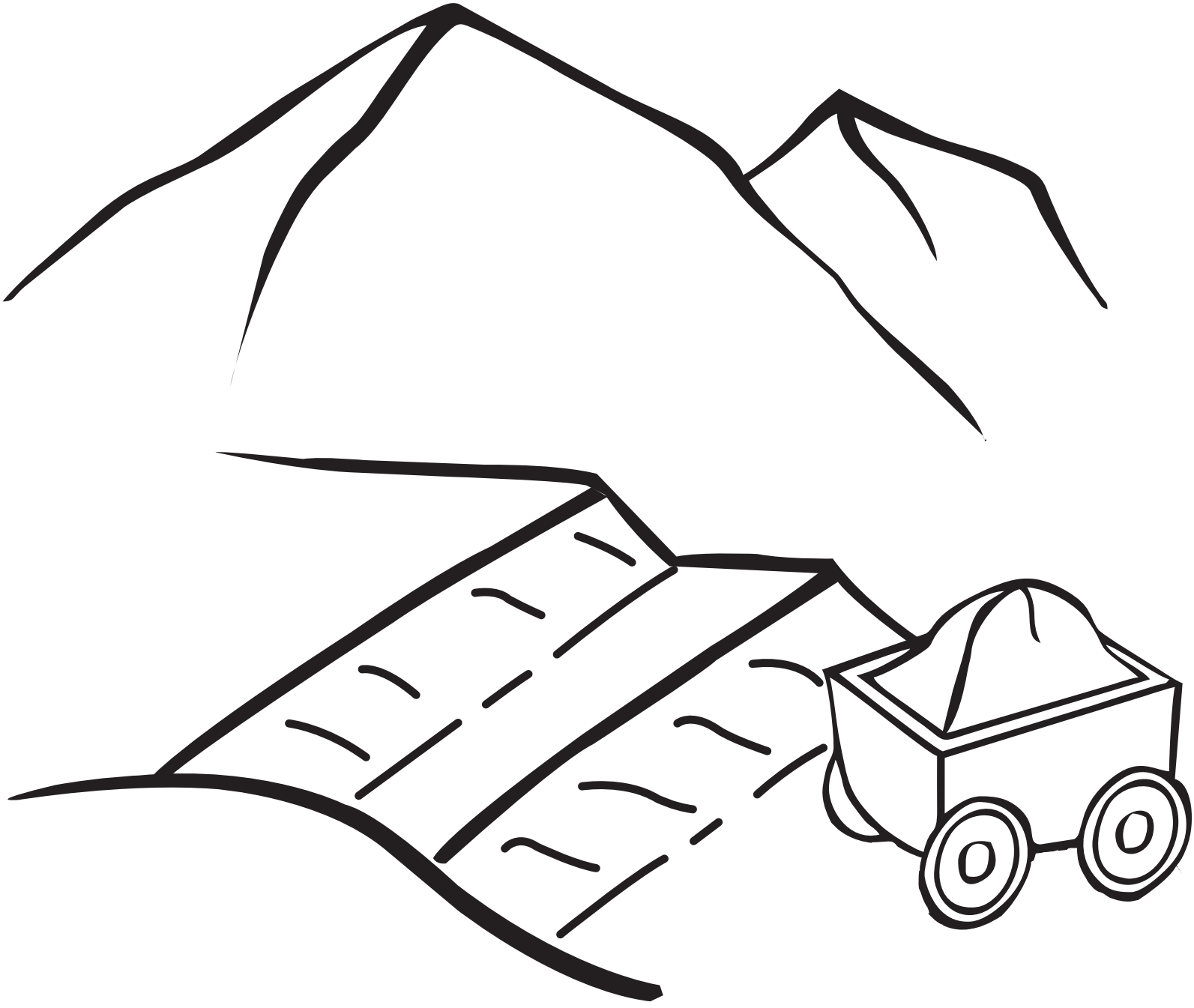
La *Guía* incluye referentes técnicos para la minería a cielo abierto y subterránea, a partir de fichas de manejo ambiental en los componentes de agua, suelo, aire y social, las cuales contienen opciones de manejo ambiental para prevenir y mitigar los impactos ambientales de las actividades mineras tradicionales; por tanto, su implementación debe adaptarse a las condiciones específicas de cada proyecto, a la sensibilidad ambiental donde se ejecuta el proyecto minero y a los impactos ambientales identificados.

La *Guía de buenas prácticas ambientales para el desarrollo de actividades de minería tradicional* incluye dos capítulos, un glosario y las referencias bibliográficas:

- Capítulo 1: dirigido a las actividades mineras a cielo abierto con fichas de manejo ambiental a cielo abierto, identificadas con el prefijo Maca.
- Capítulo 2: dirigido a las actividades mineras subterráneas con fichas de manejo ambiental subterráneas, identificadas con el prefijo Masub.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible hace un llamado a los mineros tradicionales a implementar la *Guía de buenas prácticas ambientales*, que ofrece elementos técnicos para mejorar la gestión ambiental de los mineros tradicionales y así coadyuvar a la conservación de los recursos naturales.

Capítulo 1



1. Guía de buenas prácticas ambientales para el desarrollo de actividades de extracción de minerales a cielo abierto

Este capítulo contiene las fichas de manejo ambiental de actividades mineras a cielo abierto que se adaptarán y aplicarán de acuerdo con las particularidades del proyecto, como son su tipo de explotación, minerales explotados, impactos generados, sensibilidad ambiental de la zona afectada y según las indicaciones que la autoridad ambiental competente establezca. Las fichas se identifican con el prefijo Maca, que significa manejo ambiental de explotación minera a cielo abierto.

1.1 COMPONENTE AIRE

PROGRAMA DE MANEJO AIRE								
Ficha Maca 1. Manejo de material particulado y gases								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental para la reducción de las emisiones de material particulado, para cumplir con lo estipulado en la reglamentación ambiental.							
METAS	Cumplir con los niveles máximos permisibles de material particulado de acuerdo a la norma vigente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	• Perforación y voladura • Remoción de estériles • Disposición de estériles, colas y cenizas • Extracción • Adecuación de vías • Cargue y descargue • Transporte interno y externo • Acopio • Beneficio (trituración, molienda, clasificación y lavado) • Mantenimiento de maquinaria							
IMPACTO AMBIENTAL	• Deterioro de la calidad del aire • Afectación de la vegetación (el polvo cubre los estomas de las hojas). • Disminución de la calidad paisajista por disminución de visibilidad.							
TIPO DE MEDIDA	*Prevención*		*Corrección*	X	*Mitigación*	X	*Compensación*	
LUGAR DE APLICACIÓN	• Frentes de explotación • Zonas de disposición de estériles, colas y cenizas • Patios de acopio • Plantas de beneficio • Vías							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- Realizar medidas de mitigación de emisión de partículas, como barreras rompevientos para patios de acopio, humectación y cubrimiento de pilas de material.
- En la zona de manipulación de minerales se pueden instalar barreras mecánicas, de las cuales existen tecnologías avanzadas, como la implementación de inyectores de agua e instalación de captadores de polvo (ciclones, filtros y precipitadores).
- En la zona de disposición de colas y estériles las medidas que se pueden utilizar son: instalación de pantallas rompevientos, generación de cercas vivas, empleo de estabilizadores.
- En las vías de acceso se pueden realizar: riego regulado para minimizar el levantamiento de material particulado, instalación de reductores de velocidad vehicular y repoblamiento vegetal de áreas adyacentes.
- Realizar mantenimiento preventivo adecuado de motores.
- Capacitación a todo el personal de la mina y a contratistas sobre las medidas de manejo ambiental de la emisión de material particulado.
- En cumplimiento de lo dispuesto por la normativa vigente, las volquetas que transportan material,deberán poseer dispositivos protectores, carpas o coberturas, hechos de material resistente, debidamente asegurados al contenedor o carrocería, de manera que se eviten, al máximo posible, regueros y el escape de dichas sustancias al aire.
- Todas las volquetas deben tener en su carrocería los contenedores o platones apropiados, con el fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, en forma tal que se evite el derrame o pérdida del material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Por lo anterior, el contenedor o platón de estos vehículos debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no tenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios.

PROGRAMA DE MANEJO AIRE

Ficha Maca 1. Manejo de material particulado y gases

- Todos los vehículos contarán con el Certificado de Análisis de Gases vigente.
- Para evitar regueros de material proveniente de la compuerta de la carrocería de las volquetas, se debe asegurar su hermetismo con un aislamiento resistente tales como sellos neumáticos.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

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

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de la normativa ambiental en cuanto a la reducción de las emisiones de material particulado, para no exceder los límites permisibles. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará monitoreo al respecto.
- Verificación de ejecución y logro de medidas, acciones y tecnologías planteadas para mitigación de emisiones.
- Llevar registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

Cercas vivas.

Fuente:

http://otraoptica.blogspot.com/2009_04_01_archive.html

Volqueta carpada

Fuente:

http://www.soncarpas.com/wp-content/uploads/2012/03/volqueta1.jpg

Detalle de la tubería ranurada – Flauta para irrigación

Fuente: PMA, para la fase de operación de la termoeléctrica "EL REMANSO" – TERMOPAIPA IV 2004

PROGRAMA DE MANEJO AIRE								
Ficha Maca 2. Manejo de ruido								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental para la reducción de los niveles del ruido generado, para cumplir con lo estipulado en la reglamentación ambiental sobre emisión de ruido y ruido ambiental.							
METAS	Cumplir con los niveles máximos permisibles de ruido de acuerdo a la norma donde se establecen picos de acuerdo a las horas de exposición y a la zona antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	• Perforación y voladura • Remoción de estériles • Disposición de estériles • Extracción • Adecuación de vías • Cargue y descargue • Transporte interno y externo • Acopio • Beneficio (molienda, clasificación y lavado) • Mantenimiento de maquinaria • Instalaciones							
IMPACTO AMBIENTAL	• Disminución de la calidad del aire por cambio de los niveles de presión sonora • Desplazamiento de fauna							
TIPO DE MEDIDA	*Prevención*		*Corrección*	*X*	*Mitigación*	*X*	*Compensación*	
LUGAR DE APLICACIÓN	• Patios de acopio • Beneficio • Escombreras • Vías de acceso internas y externas							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería, para alcanzar el objetivo y la meta. Es importante que inicialmente se identifiquen los puntos críticos de altos niveles de ruido y con ello establecer las medidas necesarias.

- Construcción o generación de barreras y medios naturales que evitan la propagación del ruido, como plantaciones, barrancos y diques, entre otros.
- Establecer medidas de manejo de ruido tanto en el tráfico vehicular como en los vehículos: evitar ruidos producidos por pitos, bocinas, motores desajustados, frenos, entre otros.
- Capacitación a todo el personal de la mina y a contratistas, sobre las medidas de manejo ambiental para la mitigación de la generación del ruido.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

PROGRAMA DE MANEJO AIRE

Ficha Maca 2. Manejo de ruido

- Utilización de equipos acústicos apropiados:

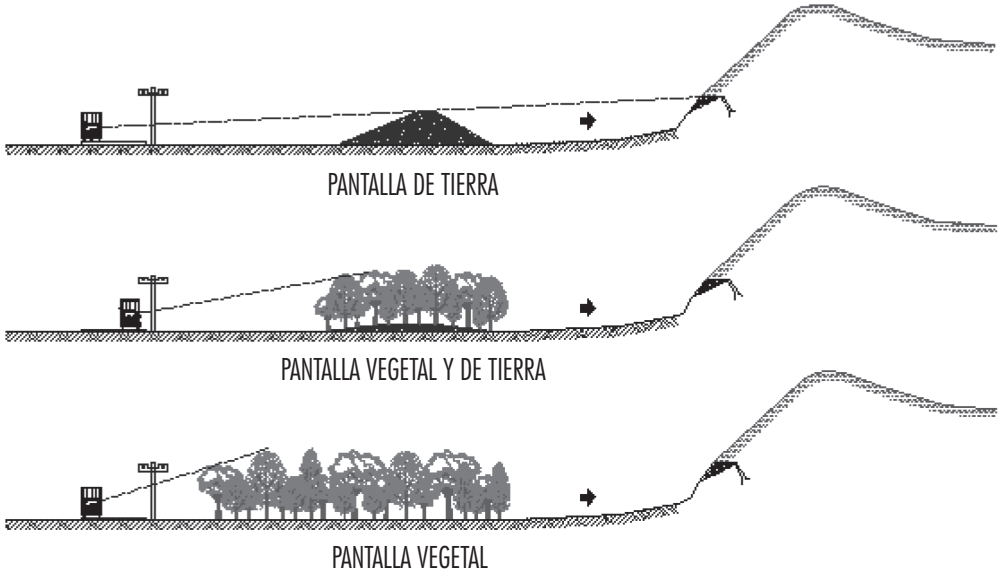
  Absorbentes: lana de vidrio, espumas de poliuretano, espumas con películas protectoras.

  Barreras: naturales (arborización, materiales de acopio), planchas de acero (1 mm-2.5 mm), vidrio (6 mm), diques muros.

  Amortiguación: sustancias viscosas o elásticas (caucho y plástico).
- Capacitar en manejo de ruido

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda realizar seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de la normativa ambiental en cuanto a la reducción de los niveles de ruido generados para no exceder los niveles máximos permisibles. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará monitoreo al respecto.
- Verificación de medidas, acciones y tecnologías planteadas para el manejo de ruido.
- Seguimiento y control de velocidad de vehículos.
- Se recomienda que el minero tradicional lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



Tipos de pantallas visuales

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España

Tomado de *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*, 1989

1.2 COMPONENTE AGUA

PROGRAMA DE MANEJO AGUA								
Ficha Maca 3. Manejo de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentía								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental para la minimización de los impactos generados por mal manejo de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentías.							
METAS	Reducir la intervención de ríos y minimizar la erosión por lluvias y escorrentía.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Las siguientes actividades no controladas ocasionan erosión y arrastre de suelo como consecuencia del mal manejo de aguas lluvias o escorrentías superficiales: • Operación de instalaciones • Adecuación de vías de acceso • Perforación y voladura • Remoción de estériles • Disposición de estériles • Extracción • Transporte interno y externo • Acopio • Beneficio (molienda, clasificación y lavado) • Mantenimiento de maquinaria							
IMPACTO AMBIENTAL	• Erosión, carcavamiento y posibles procesos de remoción en masa • Contaminación de aguas superficiales • Alteración de los drenajes naturales • Sedimentación en cuerpos de agua • Variación en los caudales • Variación de dinámica hídrica							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	En zonas donde se expone el suelo no estabilizado, para ser arrastrado y erosionado por lluvias y escorrentía, como frentes de explotación, beneficio y disposición de estériles, colas o cenizas							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería, para alcanzar el objetivo y la meta.

Básicamente, las acciones deben estar encaminadas a evitar la erosión, el carcavamiento 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 extracción de mineral con aguas de escorrentía de aguas lluvias. En este sentido se plantean las siguientes acciones:

- Construir o adecuar las instalaciones alejadas de ríos y humedales, con el fin de evitar la alteración de los drenajes naturales; si hay alteraciones, construir los desvíos y obras de control para minimizar su impacto.
- Recuperación y repoblación forestal con especies nativas en riberas de los cauces y zonas de nacimiento de agua. Es importante considerar si existe establecido para la zona el Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos establecidos en ese instrumento.
- Construcción o adecuación de sistemas de sedimentación de aguas antes de ser descargadas a ríos.
- El paso permanente de aguas superficiales requiere construcciones hidráulicas, como alcantarillas, bateas, *box colbert*, entre otros.
- Construir canales perimetrales que minimicen el arrastre de sedimentos.
- Construir sistema de torrenteras sobre grandes zonas intervenidas, dispuestas en taludes. El objeto de las torrenteras es disminuir la velocidad del agua sobre los taludes, evitando la socavación y por tanto deslizamientos.
- No disponer estériles, escombros y residuos en ríos y humedales.
- No realizar el lavado y mantenimiento de vehículos en los cauces.

PROGRAMA DE MANEJO AGUA

Ficha Maca 3. Manejo de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentía

- 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 extracción de material, las cuales deben drenar hacia las cunetas 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 extracción.
- 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 establecimiento de vegetación en las orillas de los nacimientos de agua.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

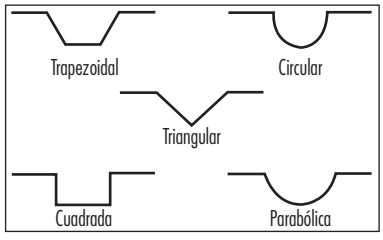
- Construcción y mantenimiento de sistemas de drenaje independientes para aguas de escorrentía no contaminadas, con trampas de control de velocidad de flujo (disminución de velocidad de transporte) y de retención de sedimentos.
- Construcción de trinchos con el objeto de disminuir el impacto de las aguas superficiales sobre zonas de taludes.

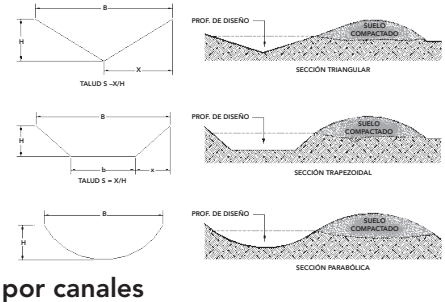
SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar la reducción de la intervención de ríos, la efectividad de los manejos de la erosión por lluvias y escorrentía y revisar el mantenimiento permanente de las obras de drenaje. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

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

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





Interceptación 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

PROGRAMA DE MANEJO AGUA								
Ficha Maca 4. Manejo de aguas residuales de mina, beneficio y transformación								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la reducción de la contaminación producida por las aguas superficiales que han estado en contacto con los yacimientos del mineral, patios de acopio, escombreras, beneficio y transformación.							
METAS	Cumplir con la normatividad ambiental no excediendo los límites permisibles, con respecto a los vertimientos, antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	• Las aguas ácidas de mina. • Las aguas que entran en contacto con los estériles de los yacimientos. • Las aguas lluvias que caen sobre las escombreras, sobre las pilas de material y en las vías internas, generando sólidos suspendidos. • Aguas de lavado de maquinaria, vehículos y equipos que generan aceites, grasas y solventes. • Aguas residuales de beneficio y transformación.							
IMPACTO AMBIENTAL	Acidificación de ríos y humedales Sedimentación de ríos y humedales Contaminación de ríos y humedales con grasas, aceites, solventes y vertimientos							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Dentro del área de explotación, en proximidades a la bocamina, acopios, zonas de estériles, beneficio y transformación.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas, se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería, para alcanzar el objetivo y la meta.

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

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Para el tratamiento de las aguas ácidas de minería, es necesario aplicar una técnica de neutralización de acidez. La técnica más utilizada es la aplicación de cal por su bajo costo y alta eficiencia.
- La técnica de neutralización se realiza en cinco etapas: homogenización, mezcla de la cal, aireación, sedimentación y disposición final del lodo de desecho, lo cual se debe adaptar a las particularidades de las aguas de la mina.

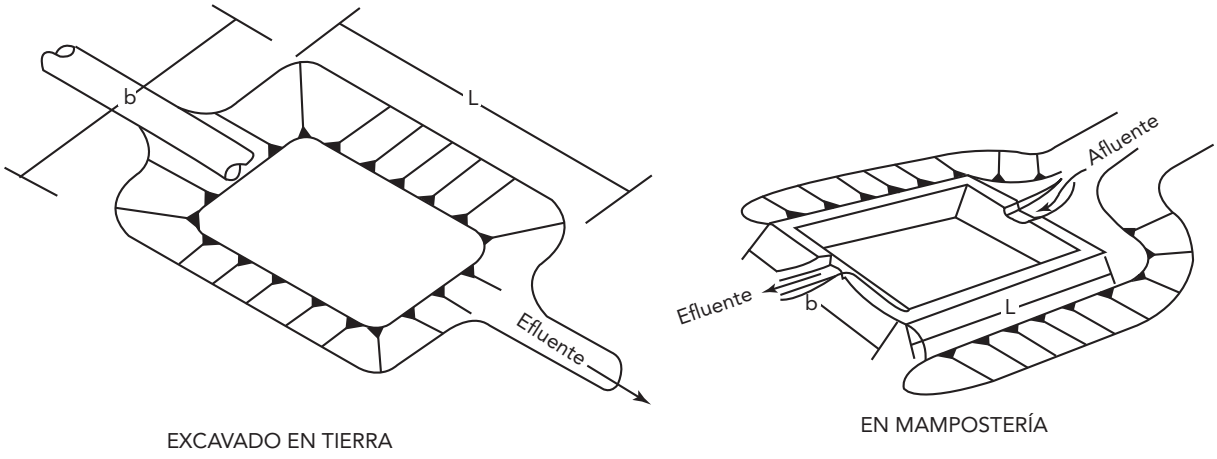
PROGRAMA DE MANEJO AGUA

Ficha Maca 4. Manejo de aguas residuales de mina, beneficio y transformación

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

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar la reducción de la contaminación producida por las aguas superficiales, comprobando que no se excedan los límites permisibles establecidos en la norma ambiental. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación y los monitoreos necesarios sobre la calidad de agua, considerando sitios, parámetros, métodos de muestreo y de análisis y periodicidad de los muestreos.
- Verificación del cumplimiento de las acciones y tecnologías de manejo implementadas.
- Se recomienda que el minero tradicional lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



Tipos de sedimentadores

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España

Tomado del *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*, 1989

PROGRAMA DE AGUA								
Ficha Maca 5. Manejo de sustancias químicas - Mercurio (Hg)								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental para la minimización y manejo seguro de las sustancias químicas - Mercurio (Hg).							
METAS	Cumplir con la normatividad para el transporte, manejo de sustancias peligrosas, almacenamiento y disposición final, antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente y con la visión a 14 de julio de 2018 de la eliminación del uso de mercurio en el beneficio minero, de acuerdo a lo considerado en la Ley 1658 del 2013.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Fase de beneficio: transporte de sustancias químicas - mercurio (Hg), almacenamiento, tratamiento y disposición.							
IMPACTO AMBIENTAL	• Exposición de receptores ecológicos fauna y flora, cultivos y especies acuáticas como buchón, micrófitos entre otros. • Contaminación de peces, los cuales al absorber el mercurio en cualquiera de sus formas, lo bioacumulan y lo dispersan. • Contaminación de aire por las malas prácticas en el manejo y destilación de la amalgama de mercurio. • Contaminación de cuerpos de agua por el uso del mercurio en el proceso de beneficio. • Sedimentos contaminados con mercurio.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección		Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas de almacenamiento, manipulación y disposición de mercurio.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería, para alcanzar el objetivo y la meta.

Realizar los procedimientos para la manipulación, transporte, recepción de mercurio, almacenamiento, manipulación y manejo de residuos peligrosos.

TRANSPORTE

- Contratar el medio de transporte que tenga registro de seguridad para el traslado de materiales peligrosos.
- Cumplir con las normas internacionales de embalaje.

ALMACENAMIENTO

- El mercurio debe ser almacenado en recipientes herméticamente cerrados, debe estar debidamente rotulado indicando su contenido, manejo peligrosidad y no debe ser almacenado o transportado junto con alimentos, bebidas, tabaco o cualquier otro material utilizado para consumo humano.
- El sitio de almacenamiento de residuos peligrosos debe contar con una buena ventilación y cumplir con la normatividad para su acopio.
- Todos los envases de mercurio deben contar con las etiquetas del proveedor, las cuales deberán permanecer intactas e inalteradas en tanto quede producto dentro del envase.
- En caso de que los envases individuales de una carga no cuenten con etiquetas, deberá colocarse una etiqueta del centro de trabajo.
- Uso de la *Hojas de Datos de Seguridad del Material*, ver tabla 2.
- No se debe comer ni fumar en los lugares donde se trabaje con mercurio.
- Se debe evitar el contacto con la piel, así como la impregnación de la ropa.
- Los recipientes que contienen mercurio se deben mantener bien cerrados, con una pequeña cantidad de agua en su interior para evitar la formación de gases de mercurio dentro del recipiente.
- Los lugares donde se trabaja con mercurio deben mantenerse limpios; las mesas de trabajo deberán estar provistas de bordes altos para evitar los derrames del mercurio.
- Los implementos que se utilizan para trabajar con mercurio no deben tener otro uso. Esto se recalca con respecto a las bateas y los baldes de plástico.

PROGRAMA DE AGUA

Ficha Maca 5. Manejo de sustancias químicas - Mercurio (Hg)

- Las colas de amalgamación no deben ser cianuradas.
- Con el objeto de mejorar la capacidad de amalgamación del mercurio, este debe volver a destilarse en retortas.
- Se debe llevar un control estricto de las pérdidas de mercurio durante el proceso de amalgamación, especialmente el que se pierde en las colas.
- Para minimizar la contaminación de aguas y suelos, se pueden amalgamar solo los concentrados del proceso de molienda.
- Es necesario limpiar y reactivar el mercurio.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal capacitado y con experiencia en manejo de sustancias químicas

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Construir las trampas de mercurio. Son cajones tipo laberinto que se colocan en la descarga de las colas, de manera que el mercurio queda en el fondo por ser más pesado que el mineral. Se pueden utilizar trampas hidráulicas con un flujo de agua en contracorriente con el flujo de las colas. El mercurio queda depositado en el fondo del equipo.
- Se deben utilizar retortas que eviten la emisión de mercurio a la atmósfera durante la quema de amalgamas.
- Si el mineral se somete a una concentración gravitacional, es posible manejar el mercurio en un sistema cerrado, con mayor seguridad para los operadores, ahorro de mercurio y menor riesgo de contaminación ambiental; se pueden utilizar equipos artesanales, como bateas y canaletas, o equipos de fábrica, como *jigs*, mesas de concentración, espirales, o concentradores centrífugos.

  Etapas de la concentración gravitacional:

  - ✓ Molienda
  - ✓ Concentración gravitacional
  - ✓ Amalgamación del concentrado gravitacional
  - ✓ Quema de amalgama en retorta.
  - ✓ Flotación de la cola de la concentración gravitacional.
  - ✓ Disposición de relave de flotación en un tanque adecuado.

  La amalgamación del concentrado gravitacional se puede hacer de dos formas: una manual, agitando suavemente en balde o batea y dosificando el mercurio gota a gota según la necesidad; es un método económico, pero hay más exposición a los vapores del mercurio. Otra forma es usarlo en tambores amalgamadores. La ventaja es que el concentrado y el mercurio están en un recipiente cerrado; la operación debe ser muy controlada para evitar la atomización del mercurio.

- Utilizar la retorta para la destilación de la amalgama evita la pérdida del mercurio y la contaminación directa de los operadores por inhalación.
- Adelantar programas de capacitación para todos los empleados que trabajan con el mercurio o cerca de él.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

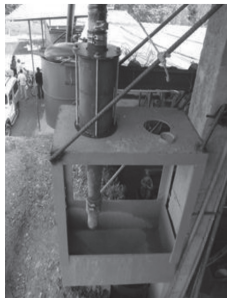
- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de la normativa ambiental para el transporte, manejo de sustancias peligrosas, almacenamiento y disposición final, considerando que a 14 de julio de 2018 debe darse la eliminación del uso de mercurio en el beneficio minero, de acuerdo a lo considerado en la Ley 1658 del 2013. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará monitoreo al respecto.
- Desarrollar planes de contingencia, evaluando la probabilidad de ocurrencia de situaciones como derrames accidentales, para mitigar las consecuencias.
- Medición de los niveles de mercurio en aguas residuales, sedimentos y peces.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

Tabla 1. Hoja de datos de seguridad de materiales

Mercurio	Hoja de Datos de Seguridad de Materiales
Sección I: Información del Producto Químico y de la Compañía	
Nombre del Material	Mercurio
Fórmula Química	Hg (elemento)
Número CAS	7439-97-6
Código UN	2809
Guía de Respuesta	172
Sinónimos	Mercurio coloidal
Uso	Variedad de aplicaciones industriales y analíticas
Sección II: Composición / Información de Componentes	
Ingredientes	Este producto contiene Mercurio 100% P/P
Sección III: Identificación de Riesgos	
Entradas principales al organismo de quien manipula la sustancia:	Inhalación y contacto con la piel.
1. Inhalación	1. Largo tiempo de exposición puede desarrollar una variedad de síntomas, como excesiva salivación, anorexia, fiebre, anomalías cardiacas, anemia, problemas digestivos, dolores abdominales, deseos frecuentes o incapacidad para orinar, temblores, reacciones alérgicas. Exposiciones crónicas pueden dañar el sistema nervioso central y favorecer el desarrollo del "Eretismo". En casos avanzados podrían ocurrir pérdida de la memoria, alucinaciones.
2. Ojos y piel	2. Puede enrojecer, secarse o doler. Prolongados contactos pueden desarrollar úlceras. Los síntomas por exposición incluyen enrojecimiento, dolor y lagrimeo.
3. Ingestión	3. Los síntomas pueden incluir sabor metálico en la boca, náuseas, vómitos, efectos en el sistema nervioso central y daños a los riñones. La ingestión puede ser fatal debido al daño sobre el sistema gastrointestinal y los riñones.
Sección IV: Medidas de Primeros Auxilios	
1. Inhalación	1. Llevar a la víctima a un lugar con aire fresco. Si es necesario, usar respiración artificial para ayudar a las funciones vitales de la víctima. El individuo contaminado debe buscar inmediata atención médica.
2. Contacto con los ojos	2. Abrir los ojos de la víctima bajo abundante agua. Lavar por lo menos 15 minutos los ojos del individuo contaminado. Este debe buscar inmediata atención médica.
3. Contacto con la piel	3. Inmediatamente tomar baños con agua de por lo menos 15 minutos. Quitarse la ropa contaminada teniendo cuidado de no tocarse los ojos. El individuo contaminado debe buscar inmediata atención médica.
4. Ingestión	4. Buscar inmediata atención médica. Si el apoyo profesional no está disponible, inducir a la víctima al vómito. La víctima debe beber leche o grandes cantidades de agua. Nunca inducir al vómito o dar líquidos a alguien que está inconsciente, tiene convulsiones o no puede tomar líquido. El individuo contaminado debe buscar inmediata atención médica.
Sección V: Medidas para atender derrames	
1. Procedimientos para recoger y limpiar	1. La atención de derrames grandes o fugas no controladas debe ser por personal debidamente capacitado y entrenado, usando procedimientos preestablecidos y equipo protector apropiado. La primera acción que debe realizarse en el momento del derrame es evacuar el sitio del personal que labora en el área.
2. Derrames Pequeños	2. En caso de derrames pequeños de mercurio, se recomienda evacuar el sitio del personal que labora en el área, convocar al personal entrenado para proceder a limpiar el área. Se recomienda contar con una aspiradora para mercurio, y para sitios de difícil acceso de limpieza se puede utilizar polisulfuro de calcio o azufre, rociándolo efectivamente en el área.

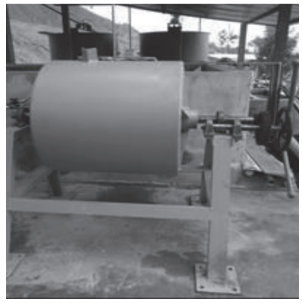
Mercurio	Hoja de Datos de Seguridad de Materiales
Sección VII: Manejo y Almacenamiento	
Almacenamiento	Almacenar los bidones, frascos o botellas en lugares frescos, lejos de los rayos solares y del calor. El área de almacenamiento debe ser construida con materiales resistentes al fuego.
Manipulación	Manipular la sustancia en un lugar ventilado. Abrir el recipiente despacio y sobre superficies estables.
Observaciones	Almacenar lejos de materiales incompatibles.
Sección VIII: Controles de Exposición / Protección Personal	
Protección Respiratoria	Usar máscara respiratoria para mercurio.
Protección de manos	Usar guantes de neopreno.
Protección de Ojos	Usar lentes para salpicaduras o lentes seguros.
Ventilación	Usar con adecuada ventilación para asegurarse de que los niveles de mercurio son mantenidos debajo de los límites permitidos.
Sección IX: Propiedades Físicas y Químicas	
Estado físico	Líquido pesado
Color	Blanco plateado
Punto de Fusión	-38,87 °C
Punto de Ebullición	356,72 °C
Solubilidad	Insoluble
Gravedad Específica	13,5939
Presión de Vapor	0,002
Otros	Densidad de vapor relativa : 6,9
Sección X: Estabilidad y Reactividad	
Estabilidad	Estable
Incompatibilidad	Ácidos fuertes
Condiciones para evitar	Calor
Productos de descomposición peligrosa	Ninguno
Sección XI: Información Toxicológica	
Toxicidad Ecotoxicidad	Efectos teratogénicos, efectos reproductivos, efectos sobre el sistema nervioso central, hígado, metabolismo, gastrointestinales, piel y ojos. El mercurio puede causar reacciones alérgicas.
Otras observaciones	Muy tóxico para organismos acuáticos
Ecológicas	No incorporar a suelos ni a acuíferos
Sección XIII: Consideraciones sobre eliminación	
Disposición	Envases: Se deben eliminar de acuerdo a disposiciones oficiales. Para envases contaminados deben tratarse como producto. Para envases no contaminados se tratarán como residuos domésticos.
Sección XIV: Información de Transporte	
Transporte por tierra	Clasificación GGVS/GGVE : 8 Clasificación ADR/RID : 8 Denominación del producto : 2809 QUECKSILBER
Transporte marítimo	QUECKSILBER Clasificación IMDG : 8

Mercurio	Hoja de Datos de Seguridad de Materiales
Transporte aéreo	Número UN : 2809 Nombre técnico correcto : MERCURY Clasificación ICAO-IATA : 8 Número UN : 2809 Nombre técnico correcto : MERCURY
Sección X: Información ecológica	
Información sobre efectos ecológicos	No biodegradable. Peligro para flora y fauna. Líquido corrosivo que reacciona violentamente con el agua. Existe peligro para el agua potable. Toxicidad aguda en los peces: LC 50 (96h) = 0,16 mg/l Toxicidad aguda en cangrejos: EC 50 (24h) = 5,34 mg/l. Artemia salina.
Sección XI: Información reglamentaria	
- Símbolos * Clase:	Tóxico (T) Peligroso para el medio ambiente (N)
- Azul 3: Tóxico - Rojo 0: No es inflamable - Amarillo 0: No reacciona fuertemente	
- Frases R	R – 23: Tóxico por inhalación. R – 33: Peligro de efectos acumulativos. R – 50/53: Muy tóxico para los organismos acuáticos; puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
- Frases S	S – 7: Manténgase el recipiente bien cerrado. S – 45: En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente a un médico (si es posible, muéstrele la etiqueta). S – 60: Elimínense el producto y el recipiente como residuos peligrosos. S – 61: Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
Disposiciones para el etiquetado	CAS N° 7439-97-8)



Hidrociclón

Tornillo sin fin



Molino de bolas

Tanque de agitación

Fuente: Equipos adquiridos dentro del convenio de producción más limpia para pequeña minería entre el Ministerio de Ambiente y la CAM. Acta de Visita realizada por la Interventoría EPAM CPT 2012, planta de beneficio de ciclo cerrado para reducción de mercurio y aumento en la recuperación de oro de un 30% a un 79,39%.

1.3 COMPONENTE SUELOS

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS								
Ficha Maca 6. Manejo de estériles								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los impactos ocasionados por la mala disposición o manejo de estériles, como la ocupación de zonas con estériles, la contaminación de corrientes superficiales de agua, la degradación estética del paisaje y la desestabilización del suelo.							
METAS	Disposición técnica de estériles con retrollenado, estabilización, disposición segura, no intervención de cuerpos de agua con estériles, ni zonas pobladas, ni en zonas de obras públicas.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Disposición de estériles							
IMPACTO AMBIENTAL	• Cambio de uso de suelo de zonas con estériles • Contaminación de cuerpos de agua por aguas con sedimentos de las zonas de estériles. • Desprendimientos, deslizamientos y remociones en masa de las zonas de disposición de estériles. • Degradación estética del paisaje • Contaminación del suelo y la vegetación con lixiviados de los estériles.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas de disposición de estériles y áreas de retrollenado.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- Retrollenado de zonas explotadas.
- Construcción de drenajes internos que recojan las aguas infiltradas en zonas de disposición de estériles.
- Conformación de zonas de disposición de estériles de acuerdo a la topografía.
- 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 externa estableciendo barreras vivas y revegetalizando la zona contigua. Es importante considerar si existe establecido para la zona el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA) y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos en el instrumento establecido.
- Establecimiento de cobertura vegetal en zonas de disposición de estériles.
- Ubicación lejos de núcleos poblacionales, bocatomas de acueductos y otras obras públicas.
- El tamaño y la forma de las escombreras se determinará por el volumen del estéril que sobre del retrollenado y de su estabilización.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

La primera opción es realizar retrollenado de zonas explotadas.

Si se llegan a requerir de manera temporal o definitiva otras zonas para disposición de estériles, se pueden considerar varios tipos de conformación para la disposición de estériles: fases adosadas, dique de pie o de pata y fases superpuestas, de acuerdo a las condiciones de estabilización del terreno:

- Fases adosadas: Proporcionan unos factores de seguridad mayores, al conformarse con taludes medios finales más bajos. La altura media total puede suponer una limitación, por consideraciones prácticas de acceso a los niveles inferiores.

- Dique de pie o de pata: Se utiliza cuando los estériles presentan características litológicas y geotécnicas diversas. Consiste en la construcción de un dique en el pie o pata de la escombrera con los materiales más gruesos y resistentes, para que actúen como un muro de contención. Su uso es más frecuente en explotaciones donde se manejan grandes cantidades de materiales finos, como limos y arcillas, o cuando las condiciones de la base de apoyo no son buenas.

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS

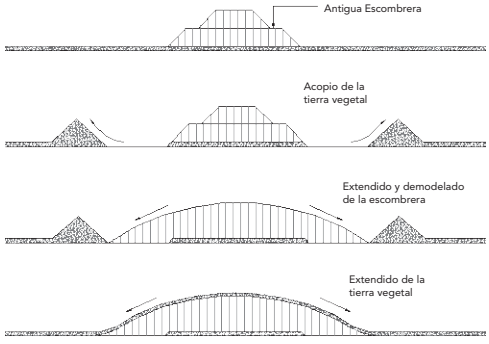
Ficha Maca 6. Manejo de estériles

- Fases superpuestas: Con este sistema se logran disminuir los taludes finales y se consigue una mayor compactación de los materiales, otorgándole una mayor estabilidad.

El procedimiento de disposición de estériles determina en gran medida el método de construcción o desarrollo de la zona de disposición de estériles. Se deben insertar desde tempranas fases de la explotación los conceptos de localización, diseño, construcción, manejo y adecuación de estériles, para prevenir y mitigar los impactos propios de la actividad.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

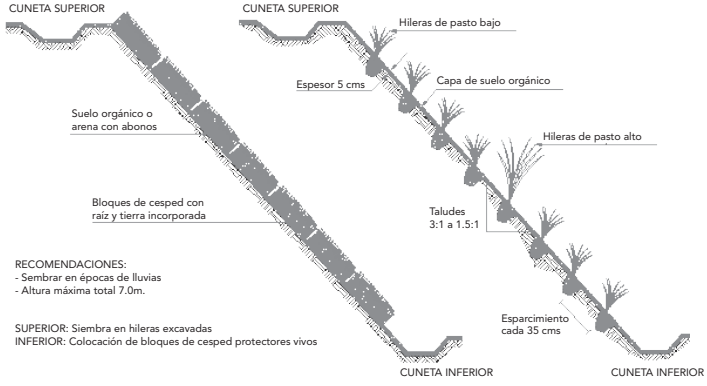
- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar que las técnicas utilizadas para el manejo de estériles minimicen la contaminación de corrientes superficiales de agua, la degradación estética del paisaje y la inestabilidad del suelo. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Realizar observaciones visuales para detectar grietas, escarpes y abombamientos. Las grietas y los escarpes son indicadores de un asentamiento normal de los vertederos y son útiles para estudiar la correcta ubicación de los instrumentos de monitoreo, el trazado de las vías de los camiones y el control de la infiltración del agua. Los abombamientos, por su parte, revelan problemas de estabilidad; estos pueden presentarse tanto en la corona como en el pie de las escombreras, siendo estos últimos indicadores de deformaciones a gran escala. Todas las roturas de escombreras vienen precedidas de un abombamiento de pie.
- Donde se vaya terminando la zona de la disposición de estériles, verificar las acciones de repoblamiento vegetal que controlen los procesos erosivos y mejoren la calidad del agua de escorrentía. La autoridad ambiental regional competente podrá sugerir especies adecuadas y eficientes para realizar el repoblamiento vegetal.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



Sistema de manejo de estériles

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España

Tomado de Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en minería, Bradshaw, A. D.,1980



Revegetalización

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España

Tomado y adaptado de *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*,1989

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS								
Ficha Maca 7. Manejo de erosión								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los procesos erosivos generados por la actividad minera.							
METAS	Realizar las obras y acciones que disminuyan la generación de arrastre de material a los cuerpos de agua, protección y estabilización de taludes.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Remoción de estériles Disposición de estériles Beneficio Construcción y adecuación de vías Instalaciones y adecuaciones							
IMPACTO AMBIENTAL	Inhabilitación de suelos para uso agropecuario y forestal Incremento de formas y procesos erosivos Pérdida de suelo Contaminación de suelos Migración de especies Alteración de las propiedades fisicoquímicas de cuerpos de agua							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Terrenos intervenidos por la explotación, construcción de instalaciones, adecuaciones, zonas de estériles y construcción de vías de acceso							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la actividad, para alcanzar el objetivo y la meta.

- Almacenamiento y conservación de la capa orgánica del suelo removido, para su utilización en la revegetalización. Las recomendaciones de su manejo son:
  - En los sitios de apilamiento, es preferible realizarlo en áreas periféricas a la explotación en los que no se prevean otras actividades de la explotación.
  - Para remover el suelo y evitar su contaminación, se debe trasladar al sitio de almacenamiento, conformando pilas de acuerdo al espacio disponible.
  - Evitar el apisonamiento de los suelos almacenados para evitar su compactación y el daño de su estructura.
  - Para la conservación del suelo almacenado se recomiendan manejos, como la aireación periódica por volcamiento, 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.
- Para el manejo de erosión se ha de considerar revegetalización con énfasis en especies nativas y obras mecánicas, en las que se deben considerar:
  - Conformación de taludes de reposo que deben tener pendientes máximas de 30°.
  - Construcción de obras mecánicas de contención y estabilización, como trinchos, gaviones, terrazas, zanjas de coronación, canales de desviación y recolección de aguas de escorrentía.
  - Las obras de drenaje son un complemento importante a la conformación de taludes, para que la lluvia y la escorrentía incontrolada no ocasionen su desestabilización.
  - Los canales de escorrentía deben tener pendientes cuya velocidad no ocasione erosión y con estructuras de control de velocidad de flujo para permitir la sedimentación.
  - Inmediatamente después de la conformación de taludes y drenajes de evacuación, se debe proceder a la revegetación con especies herbáceas, especialmente de gramíneas y leguminosas de la zona, para evitar la presencia de procesos erosivos.

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS

Ficha Maca 7. Manejo de erosión

- 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.
- En la estabilización de taludes, es de gran utilidad el establecimiento de barreras vivas, preferiblemente con especies nativas.
- En zonas donde se presentan situaciones desfavorables debido a la presencia de aguas subterráneas, particularmente cuando 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.

- A estas acciones se deben considerar las establecidas en la Ficha de Manejo de Cuerpos de Agua, Aguas Lluvias y Escorrentía.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Repoblación vegetal, es importante considerar si existe establecido para la zona el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA) y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos en el instrumento establecido.
- Control sanitario, manejo de insectos nocivos, enfermedades y manejo de suelos.
- Terráceos y obras civiles de disipación de la energía del agua.

Otra medida es la construcción de trinchos, lo que permite controlar la erosión y la revegetalización.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar la efectividad de las prácticas de revegetación y manejo de erosión. Verificación del control de transporte de sedimentos a los cuerpos de agua. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- La autoridad ambiental regional competente podrá sugerir especies adecuadas y eficientes para realizar el repoblamiento vegetal.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

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

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS								
Ficha Maca 8. Programa recuperación y rehabilitación								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la recuperación/rehabilitación de las zonas intervenidas para usos de suelo posminería.							
METAS	Rehabilitar de manera progresiva las zonas intervenidas para su uso en otras actividades productivas o de protección ambiental.							
IMPACTO AMBIENTAL	Ecosistemas, recursos naturales y estética del paisaje. Afectación del ambiente natural y cultural del área de influencia de la explotación.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	X
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de explotación del proyecto.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

La recuperación y rehabilitación de terrenos intervenidos por la actividad minera consiste en su adecuación para diversos usos posmineros, como agropecuario, recreativo, de adaptación paisajística, forestal, de abastecimiento de agua (siempre y cuando sus suelos no hayan sido contaminados con metales o sustancias peligrosas de difícil recuperación), recuperación y adaptación de ecosistemas, lo cual se puede realizar en los frentes de explotación aprovechados y de manera simultánea a la explotación de otras áreas.

Se busca que a medida que avanzan los procesos constructivos y de explotación que afectan el medio ambiente se vayan realizando progresivamente las medidas de recuperación, mitigación y compensación, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería para alcanzar el objetivo y la meta; para ello se debe considerar, entre otros:

Planeación posminera del uso del suelo

Se deben considerar en primera instancia los usos de suelo posminería que dispone el plan de ordenamiento territorial del municipio; si no se cuenta con ello, la rehabilitación a actividades anteriores a la explotación minera.

Desarrollo del programa de recuperación y rehabilitación

Debe contemplarse la recuperación de los suelos degradados y su productividad; la protección de ecosistemas de importancia ecológica; la recuperación de la calidad y cantidad del recurso hídrico; el manejo de la erosión, la estabilización del terreno que evite deslizamientos, la nivelación del terreno, la revegetación y acondicionamiento paisajístico, entre otros propósitos, con obras de drenaje, terráceos, trinchos, gaviones, diques, entre otros; en actividades como la construcción y adecuación de vías de acceso, manejo de aguas residuales y residuos sólidos; construcción, sellamiento y abandono de zonas explotadas; cierre de bocaminas y bocavientos; manejo de escombreras y estériles; protección de cuerpos de agua, entre otros.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Con experiencia y conocimientos en minería y medio ambiente. Es conveniente que el personal responsable de la actividad explore ante la autoridad municipal los lineamientos establecidos en el plan de ordenamiento territorial para la zona específica donde se realizará la recuperación y rehabilitación. Otro instrumento de ordenamiento ambiental regional puede ser el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA); por tanto, es conveniente revisarlo y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos en el instrumento establecido.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Determinación y acciones para el uso de suelo posminería en concordancia con los planes de ordenamiento territorial municipal o de instrumentos ambientales de ordenamiento, como los Planes de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA).
- Alternativas de infraestructura para manejo de aguas superficiales y erosión presentadas en otras fichas de manejo ambiental del presente documento.

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS
Ficha Maca 8. Programa recuperación y rehabilitación
SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de las medidas implementadas para la recuperación y rehabilitación del suelo para el uso posminero. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- La autoridad ambiental regional competente podrá sugerir especies adecuadas y eficientes para realizar el repoblamiento vegetal o lineamientos para la recuperación y rehabilitación bajo el contexto local/regional.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

Tabla 1. Uso de la tierra para escenarios posminería

TIPO DE USO	REQUERIMIENTOS	MEDIDAS DE ADECUACIÓN
AGRÍCOLA	1. Frentes de excavación grandes y poco profundos. 2. Limitaciones a) Químicas: acidez/alcalinidad, nutrientes y toxicidad. b) Físicas: - Pedregosidad > 15%, imposible el uso agrícola - Pendiente: < 15° pastizal. < 5° cultivos arables. - Disponibilidad de agua. - Riesgo de erosión.	• Abonar. • Añadir materia orgánica. • Adicionar caliza para corregir acidez. • Aportar elementos finos. • Disminuir y nivelar la pendiente. • Mejorar el drenaje. • Establecer la vegetación.
FORESTAL	1. No se precisan suelos de gran fertilidad. 2. Limitación en taludes con pendientes > 70% (35°). 3. Superficies de cierta extensión (> 0,25 ha). 4. Espesor del suelo y subsuelo para su implantación, diferente según la especie.	• Añadir materia orgánica. • Añadir elementos finos. • Posible aportación de nutrientes. • Buen drenaje. • Modificar pendiente si es necesario. • Establecimiento de la cobertura vegetal.
RECREATIVO PASIVO	1. Retiro 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.	• Remodelado del terreno. • Corrección de pendientes. • Medidas estructurales si son necesarias. • Establecimiento de la cobertura vegetal.
EMBALSE Y ABASTECIMIENTO DE AGUA	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.	• Readecuación del sistema de drenaje superficial, incorporando la lámina de agua de los huecos a este. • Evaluación de alternativas de tratamiento de las aguas de acuerdo a los usos a los cuales vaya a ser sometido 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	1. Estudio de la permeabilidad de los materiales rocosos. 2. Estudio de las características de los materiales por disponer. 3. Ubicación en lugares poco visibles. 4. Localización: cerca de núcleos urbanos e industriales.	• Impermeabilización, cuando sea necesario. • Mejoramiento del drenaje interno y superficial.
NÚCLEOS POBLACIONALES	1. Zonas de gran estabilidad geotecnia, con formas y proceso erosivos controlados. 2. Existencia adecuada de infraestructura y servicios.	• Suministro garantizado de infraestructura y servicios básicos. • Diseño de poblamiento.

Fuente: *Guía minero ambiental*: Ministerio de Minas y Energía – Ministerio del Medio Ambiente

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS								
Ficha Maca 9. Manejo de combustibles								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los impactos ambientales generados por el manejo y uso de combustibles.							
METAS	Cumplir con las medidas técnicas para el manejo de combustibles antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Para estas actividades utilizan como insumo el combustible: • Perforación y voladura • Remoción y disposición de estériles • Extracción de minerales • Beneficio • Cierre y abandono • Transporte de material							
IMPACTO AMBIENTAL	Contaminación del suelo, cuerpos de aguas superficiales y subterráneas. Afectación a la fauna y flora.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección	X	Mitigación		Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zona de almacenamiento y disposición de combustible, lugar donde manejan y hacen el mantenimiento de los equipos y vehículos.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas, se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería para alcanzar el objetivo y la meta.

Los combustibles son sustancias derivadas del petróleo, como aceites, lubricantes, gasolina, petróleo, queroseno, grasas, etc., que se utilizan para el funcionamiento y el mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos mineros en general. Para el manejo de combustibles se consideran las siguientes aspectos:

- Limitar la aplicación y el uso de sustancias químicas derivadas del petróleo en sectores cercanos a cursos de agua y campamentos.
- Asegurar el almacenamiento, transporte y adecuada disposición de los combustibles.
- Los cambios de aceite de los motores se harán preferiblemente en el campamento, evitando los derrames en tierra. Se debe utilizar una bomba de accionamiento manual.
- El aceite usado deberá almacenarse de manera adecuada, devolverse a proveedores o disponerse de acuerdo a las normas vigentes.
- No dejar sobrantes en el sitio de trabajo, en espacios públicos o en zonas verdes.
- La herramienta, envases, bidones y tambores utilizados en la manipulación de productos tóxicos (combustibles, aceites, lubricantes) deben ser limpiados alejados de los cursos de agua.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal con conocimientos y experiencia en manejo de sustancias peligrosas y seguridad industrial.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Construcción de piscinas que sean impermeabilizadas y tengan el doble de capacidad del combustible almacenado.

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS

Ficha Maca 9. Manejo de combustibles

- El almacenamiento deberá realizarse en bodegas que se ubicarán a distancias adecuadas, para no alterar los cursos de agua ni los campamentos; se hará en áreas confinadas y cubiertas, para evitar que se presenten derrames o fugas que puedan contaminar el suelo. Se debe contar con trampa de grasas.
- Talleres de educación y capacitación ambiental y de seguridad industrial a los operarios y personal de mantenimiento de maquinaria y equipos.
- Realizar prevención y control de derrames durante el transporte y llenado de los tanques de combustibles, utilizando un sistema adecuado de bombeo y áreas impermeabilizadas. En caso de derrames de algún producto líquido, hay que evitar su escurrimiento haciendo canaletas alrededor y recogerlos con material absorbente, como aserrín, tierra o arena. Se debe tener en cuenta que la disposición final de estos residuos debe ser con un gestor autorizado; sin embargo, se pueden almacenar por el generador por un tiempo no superior a 12 meses, que puede ser prolongado bajo debida autorización por parte de la autoridad competente. La autoridad ambiental competente puede informar sobre los gestores autorizados en la zona. 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. A continuación se sugiere respecto al lugar de almacenamiento transitorio de residuos peligrosos y de canecas que contienen o contuvieron residuos peligrosos:

    a. Ubicado en un sitio de fácil acceso para el transporte.
    b. Proyectado con 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 hacerlo en áreas separadas.
    c. Construido con materiales no combustibles, piso impermeable para evitar la filtración hacia el suelo de contaminantes y resistente a las sustancias que se almacenan, libre de grietas que dificultan la limpieza y antideslizante y finalmente debidamente nivelado para evitar el estancamiento de aguas.
    d. Techos que no admitan el ingreso de agua lluvia, pero que permitan la salida del humo y el calor en caso de incendio. Contar con adecuada ventilación, sistema de respuesta ante incendios y no debe existir conexión a ningún tipo de sistema de alcantarillado.
    e. Tener señalizados los equipos contra incendios, las salidas y recorridos de evacuación y la ubicación de los primeros auxilios.
    f. 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.
    g. Deben mantenerse registros de recepción, despacho e inspección de los residuos peligrosos ubicados en el área de almacenamiento temporal en los cuales se incluya como mínimo: nombre del generador, tipo de residuo, fecha de ingreso, volumen o peso del residuo y recomendaciones especiales de manejo.
    h. El apilamiento de residuos peligrosos no debe superar los tres (3) metros de altura, a menos que se utilice un sistema de estantería que evite la caída de las sustancias y se asegure su estabilidad.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de las acciones para el manejo de combustibles. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Verificación del cumplimiento de las acciones para el manejo de combustibles.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS								
Ficha Maca 10. Manejo de sustancias y residuos peligrosos								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización y manejo seguro de las sustancias químicas utilizadas en el proyecto de extracción minera.							
METAS	Cumplir con la normatividad para el manejo de sustancias peligrosas, almacenamiento y disposición final antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Zonas donde se generan residuos y sustancias peligrosos: • Campamentos • Beneficio y transformación de minerales • Zona de mantenimiento de equipos y vehículos.							
IMPACTO AMBIENTAL	Contaminación de suelo, cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, afectación a flora y fauna.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección	X	Mitigación		Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas donde se generen sustancias y residuos peligrosos							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Los residuos sólidos producidos en los campamentos pueden ser: residuos sólidos ordinarios o domésticos, los cuales, desde el punto de vista físico, se clasifican en desechos de alimentos, papel y cartones, plásticos, textiles, caucho, madera, vidrio, metales y llantas. El otro tipo son los residuos peligrosos, que son las grasas y lubricantes (semisólidos), filtros de combustibles, baterías de los vehículos empleados en la ejecución de la obra, residuos sólidos del beneficio y transformación.

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

- Reciclar y transportar los residuos hasta sitios de acopio más cercanos.
- Disponer de recipientes señalados para la separación en la fuente.
- Los residuos orgánicos podrán ser dispuestos en el relleno sanitario más cercano al área del proyecto, ser entregados para compostaje o ser utilizados como alimento de animales de la comunidad local.
- Se debe evitar la disposición de material sobrante en áreas de importancia ambiental como humedales o zonas de productividad agrícola.
- La correcta disposición de los residuos se inicia con un almacenamiento en la fuente de generación. Los residuos sólidos ordinarios se deben almacenar en recipientes de plástico reutilizables y bolsas plásticas desechables que faciliten la manipulación de los residuos.
- Para los residuos sólidos peligrosos, la disposición final debe ser realizada por un gestor autorizado; sin embargo, se pueden almacenar por el generador por un tiempo no superior a 12 meses, que puede ser prolongado bajo debida autorización por parte de la autoridad competente. La autoridad ambiental competente puede informar sobre los gestores autorizados en la zona. Las áreas designadas para almacenamiento de sustancias y residuos sólidos ordinarios y especiales deben ubicarse en lugares visibles y ser fácilmente identificables por las personas vinculadas al proyecto.
- El tiempo de almacenamiento debe ser tal que los residuos –ya sean ordinarios o especiales– no presenten ningún tipo de descomposición.
- Se debe recuperar la mayor cantidad de residuos sólidos posible y disponer solamente de lo que no es reutilizable.
- Realizar un manejo técnico de gases en las áreas de almacenamiento, para evitar acumulaciones que pongan en riesgo al personal del proyecto.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal con conocimiento y experiencia en manejo de residuos y sustancias peligrosas.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Mediante charlas de educación ambiental, se enfatizará al personal que labora en las actividades de beneficio y transformación, y a toda persona que tenga relación con el manejo de cianuro, en la importancia que tiene para el medio ambiente y para la salud de la población el adecuado manejo de los residuos sólidos. Esta sensibilización debe minimizar la producción de residuos sólidos y optimizar la separación en la fuente, clasificación y almacenamiento.

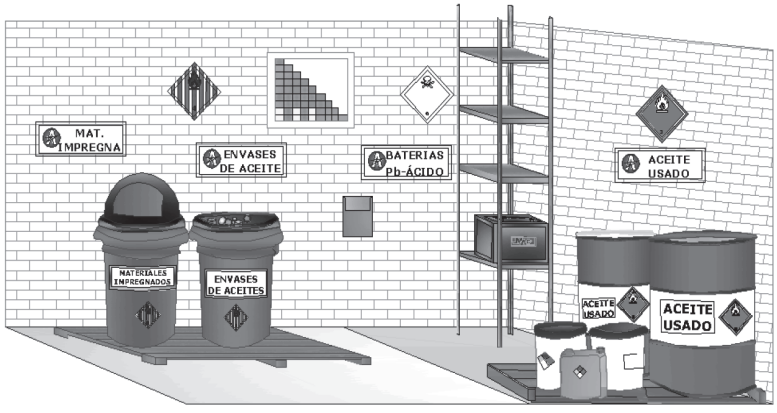
PROGRAMA DE MANEJO SUELOS

Ficha Maca 10. Manejo de sustancias y residuos peligrosos

- 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. A continuación se sugiere respecto al lugar de almacenamiento transitorio de residuos peligrosos y de canecas que contienen o contuvieron residuos peligrosos:
  a. Ubicado en un sitio de fácil acceso para el transporte.
  b. Proyectado con 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 hacerlo en áreas separadas.
  c. Construido con materiales no combustibles, piso impermeable para evitar la filtración hacia el suelo de contaminantes y resistente a las sustancias que se almacenan, libre de grietas que dificultan la limpieza y antideslizante y finalmente debidamente nivelado para evitar el estancamiento de aguas.
  d. Techos que no admitan el ingreso de agua lluvia, pero que permitan la salida del humo y el calor en caso de incendio. Contar con adecuada ventilación, sistema de respuesta ante incendios y no debe existir conexión a ningún tipo de sistema de alcantarillado.
  e. Tener señalizados los equipos contra incendios, las salidas y recorridos de evacuación y la ubicación de los primeros auxilios.
  f. 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.
  g. Deben mantenerse registros de recepción, despacho e inspección de los residuos peligrosos ubicados en el área de almacenamiento temporal en los cuales se incluya como mínimo: nombre del generador, tipo de residuo, fecha de ingreso, volumen o peso del residuo y recomendaciones especiales de manejo.
  h. El apilamiento de residuos peligrosos no debe superar los tres (3) metros de altura, a menos que se utilice un sistema de estantería que evite la caída de las sustancias y se asegure su estabilidad.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar en campo el cumplimiento de la normativa para el manejo de sustancias peligrosas y almacenamiento. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



Almacenamiento temporal de residuos peligrosos generados
Presentación monitoreo otros aeropuertos - EPAM 2012

PROGRAMA MANEJO DE SUELO								
Ficha Maca 11. Manejo de residuos sólidos industriales (colas)								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de la generación de residuos sólidos industriales (colas); minimizar la ocupación de área, la contaminación de corrientes superficiales de aguas, la degradación del paisaje y desestabilización del suelo.							
METAS	Disposición técnica de residuos sólidos industriales (colas) neutralizados en zonas seguras antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	En el beneficio, realizando los procesos de aislamiento del mineral mediante flotación, deshidratación, espesamiento, filtración, evaporación, lavado o floculación y en operaciones auxiliares.							
IMPACTO AMBIENTAL	• Contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos. • Desprendimientos, deslizamientos y remociones en masa de las zonas de disposición de colas. • Degradación estética del paisaje. • Contaminación del suelo y la vegetación con lixiviados de los estériles.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zona de disposición de colas							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- En los casos que se aplique, no cianurar arenas que hayan sido amalgamadas.
- Determinar los componentes químicos presentes en las colas o lodos (metales pesados, sustancias químicas adicionadas en los procesos, etc.).
- El tratamiento de colas se debe realizar en un sitio alejado de los cuerpos de aguas naturales y en estructuras especiales que eviten su infiltración al suelo y a aguas subterráneas.
- Implementar mecanismos de neutralización de la toxicidad de los químicos presentes en los lodos o colas en lugar de la extracción seguida del beneficio en superficie, a fin de reducir los impactos ambientales.
- Las colas de sulfuro de más alto grado se pueden depositar por separado en ambientes de poco oxígeno para minimizar la oxidación.
- Los lodos densos no se deben disponer a la intemperie, ya que se podrán lixiviar a sustratos más profundos del suelo, o producir erosión con el viento o con el agua lluvia, que se depositan en cuerpos de aguas superficiales y subterráneas y por lo tanto ingresan en las cadenas alimenticias. Se deben depositar de manera cerrada que evite fugas de sus lixiviados.
- El plan de manejo para las piscinas de colas debe tener el encapsulamiento de los desechos que generan ácidos con materiales que tengan potencial de neutralización.
- Se recomienda realizar un ciclo cerrado, el cual minimiza la contaminación de las fuentes de aguas superficiales, y optimiza y reduce las colas generadas en el proceso de beneficio.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal capacitado y con experiencia en manejo y conservación de suelos.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Canalizar.
- Utilizar materiales impermeables que eviten escapes en las lagunas, plataformas y estructuras de las tuberías y canales por las cuales circulará el agua de las colas.

PROGRAMA MANEJO DE SUELO
Ficha Maca 11. Manejo de residuos sólidos industriales (colas)
• Las piscinas de colas deben tener estructuras de rebose alto para evitar el desborde por lluvias y derrames de las sustancias almacenadas. Adicionalmente, realizar adecuaciones de drenajes y trabajos de decantación para controlar la liberación de agua y los desprendimientos por exceso. En zonas donde exista actividad sísmica, se deben adoptar medidas de estabilidad.
SEGUIMIENTO Y MONITOREO
• Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar que las técnicas utilizadas para el manejo de colas minimicen la contaminación de corrientes superficiales de agua, la degradación estética del paisaje y la inestabilidad del suelo. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación. • Realizar un programas de análisis y creación de respuestas inmediatas frente a los riesgos que puede ocasionar una piscina de colas; así mismo, un sistema de control y vigilancia durante y después del funcionamiento de la piscina de colas. • Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

PROGRAMA MANEJO DE SUELOS								
Ficha Maca 12. Manejo paisajístico								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de la degradación del paisaje por la actividad minera.							
METAS	Adecuar paisajísticamente las zonas mineras explotadas.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	• Perforación y voladura • Remoción de estériles • Extracción del mineral • Patios de acopios • Disposición de estériles • Construcciones y maquinaria							
IMPACTO AMBIENTAL	• Incremento de formas y procesos erosivos • Contaminación de suelos • Alteración de las propiedades fisicoquímicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos • Efecto visual negativo							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas intervenidas por la actividad minera							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

Implementar diseños y medidas de manejo productivo concordantes con la geomorfología y fisonomía del que es considerado como recurso visual y patrimonio colectivo. Para el manejo paisajístico se tendrán en cuenta los siguiente criterios:

- Armonizar el área de trabajo con el medio circundante.
- Las pilas de mineral y estériles se deben ubicar de tal forma que sean estructuras armonizadas al paisaje.
- Se deben establecer pantallas visuales que pueden ser de materiales estériles, de vegetación o mixtas.
- Al final de la actividad, la readecuación de los sitios usados debe ser de acuerdo a las formas del terreno y las pendientes de las laderas.
- La construcción de edificaciones que se vayan a erigir durante la ejecución del proyecto minero deberá tener diseños concordantes con las características propias del entorno, utilizando materiales y arquitectura poco contrastante con el entorno biofísico y cultural.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Persona con conocimientos y experiencia en suelos.

TECNOLOGÍAS POR UTILIZAR

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

Acciones para el modelado de las pilas de almacenamiento

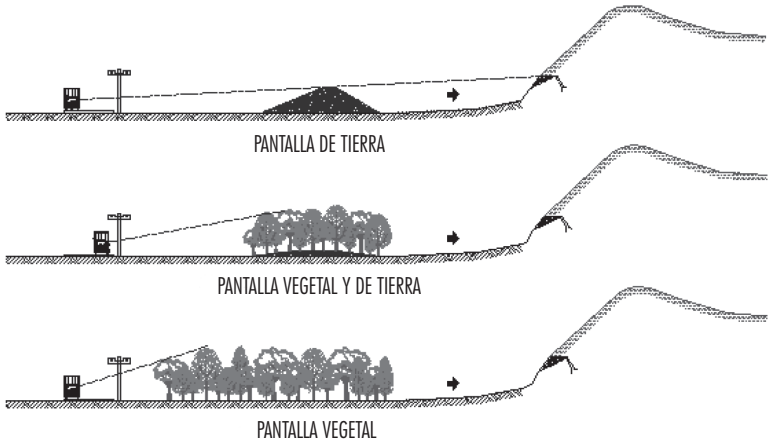
1. Es aconsejable darles a las pilas de almacenamiento una forma alargada y de poca altura.
2. La altura de las pilas de almacenamiento no deberá sobrepasar la cota altitudinal (altura) del entorno, para que así no se destaque en la línea del horizonte y se considere la estabilidad de aquellas.
3. Las líneas curvas sobre superficies suaves producen una intrusión visual menor que las líneas y cortes rectos sobre superficies planas, que acentúan formas y volúmenes.

PROGRAMA MANEJO DE SUELOS

Ficha Maca 12. Manejo paisajístico

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

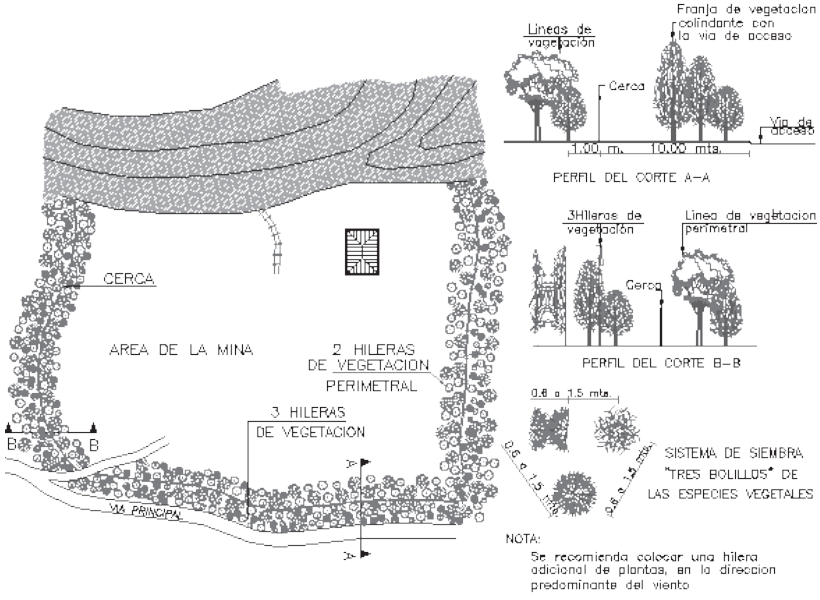
- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar en campo la efectividad de las prácticas de manejo paisajístico. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



Tipos de pantallas visuales

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España

Tomado de *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 de *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*, 1989

PROGRAMA MANEJO DE SUELOS								
Ficha Maca 13. Manejo de retrollenado								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de la intervención de zonas no mineras con estériles.							
METAS	Cumplir con las medidas técnicas, para realizar el retrollenado de zonas mineras explotadas en la medida que se desarrolle la explotación.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Extracción de estériles Extracción de mineral							
IMPACTO AMBIENTAL	Cambio de uso de suelo por disposición de estériles Erosión, desestabilización de suelo, desplazamiento vertical Aporte de sedimentos a las aguas superficiales							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección		Mitigación		Compensación	X
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas de extracción de material estéril y de mineral							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- En primer lugar, se debe realizar un diagnóstico rápido de la zona, identificando lo siguiente: áreas inestables, áreas estables, tipos de erosión (laminar, cárcavas, desplomes), focos de regeneración espontánea, drenajes, terracetas naturales.
- Para el retrollenado con estériles se deben trabajar alturas de terrazas que no sobrepasen el nivel visual del paisaje, con el fin de garantizar su estabilidad y facilitar su 'revegetalización'; se deben disponer los estériles de tal manera que el perfil generado se ajuste a la morfología del terreno original.
- A partir de la flora caracterizada en las áreas de estudio, se formulan tratamientos de restauración en combinación con herramientas físicas y químicas con énfasis en especies nativas que aceleran el proceso, para garantizar tanto una cobertura significativa como la recuperación del hábitat en el mediano plazo.
- En la restauración de suelos se deben desarrollar métodos como el retrollenado de estériles, que son adecuados con la construcción de filtros, zanjas y canales de desvío. Esta disposición se debe iniciar por el pie, avanzando hacia arriba, dejando talud y bermas; cada talud se protege con vegetación para asegurar la resistencia a la erosión.

La implementación de estas áreas dentro de las zonas explotadas permite emprender una restauración que, una vez iniciada artificialmente, se retroalimenta positivamente y por sí sola en un término indefinido de tiempo, aumentando espontáneamente la tasa de modificación y la estabilidad del medio físico con cada nueva etapa y asegurando la marcha del terreno hacia su eventual recuperación.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal capacitado y con experiencia en manejo y conservación de suelos.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Se deben zonificar estas áreas con los siguientes procedimientos: cordones físicos de contención, barreras vegetales de contención de escorrentía, focos de expansión de la vegetación, focos de fertilización estratégica, implementación de estructuras artificiales de colonización.

PROGRAMA MANEJO DE SUELOS
Ficha Maca 13. Manejo de retrollenado
SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de los resultados de las obras físicas proyectadas. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Realizar seguimiento a todas las obras físicas para identificar sus resultados, ajustando y adecuando aquellas que no hayan funcionado.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

PROGRAMA MANEJO DE SUELOS								
Ficha Maca 14. Manejo de vías								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los impactos ambientales generados por el uso de vías y mantenimiento del buen estado de las vías.							
METAS	Que el 100% de las vías existentes utilizadas permanezcan en buenas e iguales condiciones a las preexistentes.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Transporte interno y externo.							
IMPACTO AMBIENTAL	• Deterioro de la calidad de aire por gases y material particulado. • Generación de ruido. • Afectación de la vegetación (el polvo cubre los estomas de las hojas). • Disminución de la calidad paisajista por disminución puntual de visibilidad.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección		Mitigación		Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Vías internas y externas							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas, se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería para alcanzar el objetivo y la meta.

- Cuando sea necesaria la adecuación de otros accesos, se tomarán las siguientes medidas:
  - Realizar las adecuaciones necesarias a los accesos existentes para evitar su deterioro.
  - Evitar al máximo el deterioro de estructuras comunitarias aledañas al proyecto.
  - Diseñar vías, sobre todo las vías externas, que le sirvan a la comunidad aledaña.
- Los estudios para el establecimiento de vías deben proveer herramientas para medir y cuantificar los recursos naturales existentes antes y después de la construcción.
- Se debe reducir el movimiento de tierra durante la construcción de las vías.
- Las zonas de cruce de las vías con cauces de aguas deben tener manejos especiales para evitar la interrupción del drenaje, su contaminación con grasas y la sedimentación por acción de las vías sin asfalto.
- El curso de los cauces debe tener una zona de protección vegetal. No debe usarse como vía de acceso, sobre todo en lo referido a la explotación de materiales de construcción. Cuando se trate de construcción de vías con pendientes, se deben seguir las curvas de nivel, siempre y cuando estas no impliquen grandes movimientos de tierra.
- Desactivar vías internas, no necesarias para el funcionamiento del proyecto ni para las comunidades aledañas, mezclando el suelo original con el que está presente para dar inicio a la revegetación por sucesión natural.
- 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.
- Manejo de la vegetación, suelo removido y de su disposición.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal capacitado y con experiencia en manejo ambiental y vías.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

PROGRAMA MANEJO DE SUELOS

Ficha Maca 14. Manejo de vías

- En sectores con altas precipitaciones es aconsejable proteger las vías con rellenos de material estéril firme, para evitar su erosión y la formación de cárcavas, que alterarán los sistemas de vegetación cercanos.
- Deben implementarse entonces drenajes y otras obras propias de la contención de la erosión y desestabilización de taludes. En terrenos con pendiente se deben adecuar barreras vivas y obras de contención.
- En zonas de cruce de las vías con cauces de aguas es necesario la colocación de puentes provisionales o alcantarillas, así como la nivelación de la vía y la construcción de terraplenes; nunca se dejarán para después de la construcción del acceso.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar que para el transporte de material se cumpla con los requisitos establecidos en la legislación que regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción y demolición, y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. También se tendrá en cuenta la normatividad para emisión de material particulado y gases. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Realizar inspecciones de campo para verificar el mantenimiento realizado a las vías internas y externas.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

1.4 COMPONENTE FLORA Y FAUNA

PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA								
Ficha Maca 15. Manejo de flora y fauna								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los impactos ambientales que ocasiona la explotación minera sobre las comunidades de fauna silvestre y flora.							
METAS	Rehabilitación de zonas intervenidas para el retorno de fauna y manejo de flora							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	• Manejos de cuerpos de agua • Transporte de maquinaria y de vehículos • Construcción y montaje • Perforación y voladura • Disposición de estériles y escombros • Extracción de minerales							
IMPACTO AMBIENTAL	• Desplazamiento de fauna • Cambios en la composición de la fauna silvestre y la flora • Modificación de hábitats naturales • Cambio en la cobertura vegetal • Degradación de suelos							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección		Mitigación	X	Compensación	X
LUGAR DE APLICACIÓN	En la zona de explotación y su área de influencia							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- Reducir la intervención del bosque.
- Realizar podas en vez de talas de árboles.
- Realizar revegetalización y reforestación de zonas intervenidas. La autoridad ambiental regional competente podrá sugerir especies para la rehabilitación de las zonas intervenidas para potencializar el retorno de fauna y manejo floral.
- Rescate de individuos vegetales (semillas y plántulas) y animales (aves, anfibios, reptiles y mamíferos) para la realización de los procesos de recuperación de la flora y la fauna.
- Manejo de suelos con revegetalización con énfasis en especies nativas, tanto herbáceas como arbustivas y arbóreas. Es importante considerar si existe para la zona el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA) y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos en el instrumento establecido.
- Las charcas y pozos que quedan por un *pit*, deben retrollenarse y nivelarse para evitar la presencia de plagas.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

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

PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA

Ficha Maca 15. Manejo de flora y fauna

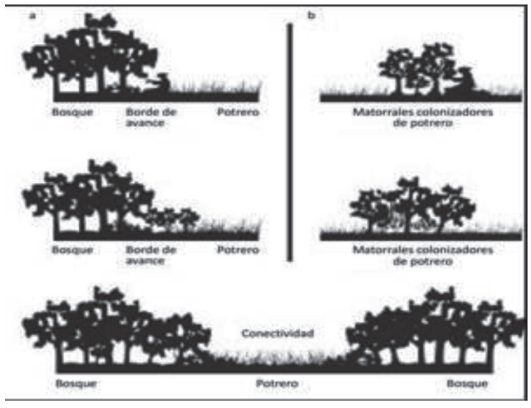
ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

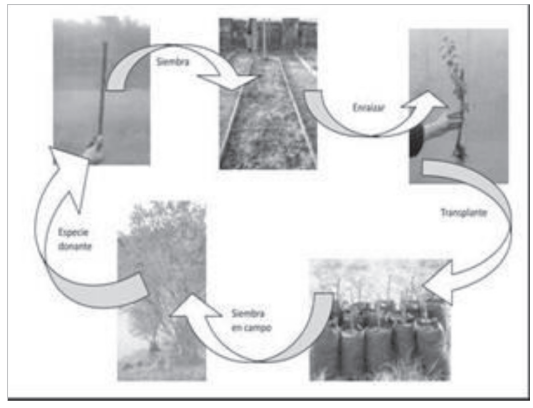
- Elaboración de la zonificación de las áreas de protección, como bosques y refugios de fauna.
- Identificación de especies de flora y fauna propias del área de influencia del proyecto y de las existentes en el área de explotación.
- Realizar un programa de educación ambiental con respecto al conocimiento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

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar la reducción de los impactos ambientales sobre las comunidades de fauna y flora. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Realizar seguimiento a los procesos de protección y recuperación de hábitat de flora y fauna, terrestre y acuática.
- Efectuar el seguimiento a las acciones de manejo ambiental establecidas.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



Utilización de bordes para ampliar fragmentos de bosque y lograr la conectividad entre fragmentos de bosque



Secuencia de la propagación vegetativa.

Fuente: *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*, Orlando Vargas

1.5 COMPONENTE SOCIAL

PROGRAMA SOCIAL								
Ficha Maca 16. Contratación mano de obra								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la vinculación de las comunidades del lugar en las obras y actividades inherentes al desarrollo del proyecto.							
METAS	Contratación de personal calificado y no calificado local							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Relaciones del proyecto con la comunidad							
IMPACTO AMBIENTAL	Vinculación de la comunidad y establecimiento de mecanismos de selección de personal							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección		Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de influencia del proyecto.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas, se plantean las siguientes opciones de manejo social, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad socioambiental de la zona influenciada por la minería para alcanzar el objetivo y la meta:

- Determinación de las necesidades de mano de obra, con base en los requerimientos de cada actividad propia de la explotación minera.
- Divulgación de las necesidades de mano de obra que puedan ser cubiertas por personal de la zona.
- Se recomienda tratar el tema de contratación de personal en reuniones con la comunidad y con sectores organizados de esta (juntas de acción comunal, cooperativas y otro tipo de organización local comunitaria). También es recomendable asesorarse de las autoridades locales y de la personería municipal.
- Preferir la contratación de personal agremiado en grupos asociativos.
- La contratación de personal no calificado para la realización de las diversas labores de apoyo debe darse prioritariamente con personal local.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal directivo y administrativo del proyecto.

TECNOLOGÍAS POR UTILIZAR

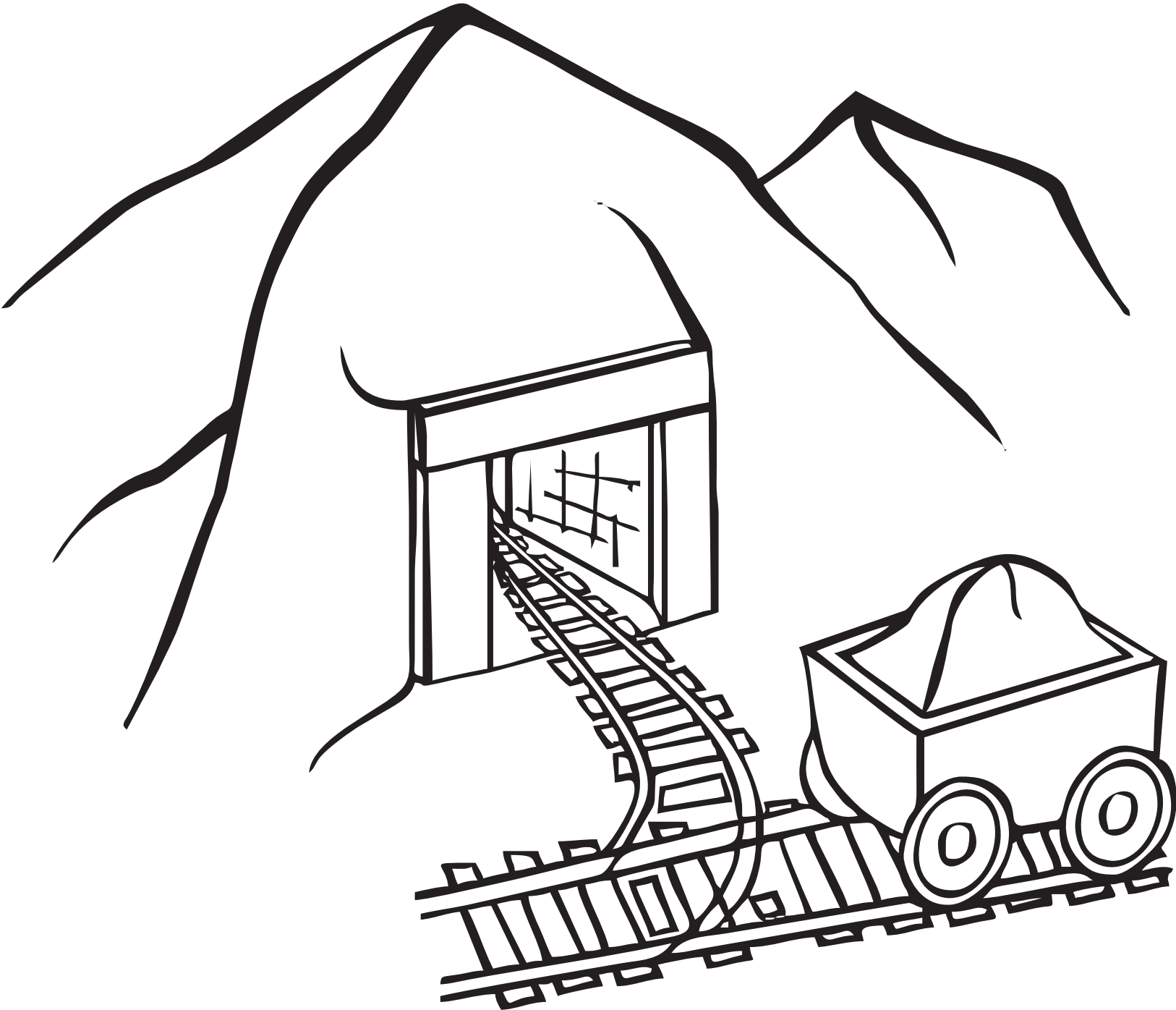
Entre otras tecnologías, se plantean las siguientes opciones para el manejo socioambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería para alcanzar el objetivo y la meta:

- Información a la comunidad sobre los requerimientos de mano de obra del proyecto y consultas con las comunidades representativas y autoridades locales sobre la disponibilidad de mano de obra.
- Utilización de mecanismos transparentes de contratación de personal, dando prelación a la población local y de la región.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar y dejar constancia del cumplimiento de las acciones de manejo de la contratación de mano de obra implementadas con énfasis en los acuerdos y consultas con la comunidad y las autoridades locales.
- Se recomienda que el minero tradicional lleve registro administrativo (actas de reunión y acuerdos, listados de asistencia) y fotográfico de las actividades que se realicen.

Capítulo 2



2. Guía de buenas prácticas ambientales para el desarrollo de actividades de extracción subterránea de minerales

Este capítulo contiene las fichas de manejo ambiental de actividades mineras subterráneas que se adaptarán y aplicarán de acuerdo a las particularidades del proyecto, como son su tipo de explotación, minerales explotados, impactos generados, sensibilidad ambiental de la zona afectada y según las indicaciones que la autoridad ambiental establezca. Las fichas se identifican con el prefijo Masub, que significa manejo ambiental de explotación minera subterránea.

2.1 COMPONENTE AIRE

PROGRAMA DE MANEJO AIRE								
Ficha Masub 1. Manejo de material particulado y gases								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental para la reducción de las emisiones de material particulado, para cumplir con lo estipulado en la reglamentación ambiental.							
METAS	Cumplir con los niveles máximos permisibles de material particulado de acuerdo a la norma vigente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	• Perforación y voladura • Remoción de estériles • Disposición de estériles, colas y cenizas • Extracción • Adecuación de vías • Cargue y descargue • Transporte interno y externo • Acopio • Beneficio (trituración, molienda, clasificación y lavado) • Mantenimiento de maquinaria							
IMPACTO AMBIENTAL	• Deterioro de la calidad del aire. • Afectación de la vegetación (el polvo cubre los estomas de las hojas). • Disminución de la calidad paisajista por disminución de visibilidad.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	• Frentes de explotación • Zonas de disposición de estériles, colas y cenizas • Patios de acopio • Plantas de beneficio • Vías							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- Realizar medidas de mitigación de emisión de partículas, como barreras rompevientos para patios de acopio, humectación y cubrimiento de pilas de material.
- En la zona de manipulación de minerales se pueden instalar barreras mecánicas, de las cuales existen tecnologías avanzadas, como la implementación de inyectores de agua e instalación de captadores de polvo (ciclones, filtros y precipitadores).
- En la zona de disposición de colas y estériles, las medidas que se pueden utilizar son: instalación de pantallas rompevientos, generación de cercas vivas, empleo de estabilizadores.
- En las vías de acceso se pueden realizar: riego regulado para minimizar el levantamiento de material particulado, instalación de reductores de velocidad vehicular y repoblamiento vegetal de áreas adyacentes.
- Realizar mantenimiento preventivo adecuado de motores.
- Capacitación a todo el personal de la mina y a contratistas sobre las medidas de manejo ambiental de la emisión de material particulado.
- En cumplimiento de lo dispuesto por la normatividad vigente, las volquetas que transportan material deberán poseer dispositivos protectores, carpas o coberturas hechos de material resistente, debidamente asegurados al contenedor o carrocería, de manera que se eviten, al máximo posible, regueros y el escape de dichas sustancias al aire.

PROGRAMA DE MANEJO AIRE

Ficha Masub 1. Manejo de material particulado y gases

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

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

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

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental en cuanto a la reducción de las emisiones de material particulado, para no exceder los límites permisibles. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará monitoreo al respecto.
- Verificación de ejecución y logro de medidas, acciones y tecnologías planteados para mitigación de emisiones.
- Llevar registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

Cercas vivas.

Fuente:

http://otraoptica.blogspot.com/2009_04_01_archive.html

Volqueta carpada

Fuente:

http://www.soncarpas.com/wp-content/uploads/2012/03/volqueta1.jpg

Detalle de la tubería ranurada – Flauta para irrigación

Fuente: PMA, para la fase de operación de la termoeléctrica "EL REMANSO" – TERMOPAIPA IV 2004

PROGRAMA DE MANEJO AIRE								
Ficha Masub 2. Manejo de ruido								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental para la reducción de los niveles del ruido generado, para cumplir con lo estipulado en la reglamentación ambiental sobre emisión de ruido y ruido ambiental.							
METAS	Cumplir con los niveles máximos permisibles de ruido de acuerdo a la norma donde se establecen picos según las horas de exposición y la zona antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	• Perforación y voladura • Remoción de estériles • Disposición de estériles • Extracción • Adecuación de vías • Cargue y descargue • Transporte interno y externo • Acopio • Beneficio (molienda, clasificación y lavado) • Mantenimiento de maquinaria • Instalaciones							
IMPACTO AMBIENTAL	• Disminución de la calidad del aire por cambio de los niveles de presión sonora • Desplazamiento de fauna							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	• Patios de acopio • Beneficio • Escombreras • Vías de acceso internas y externas							

ACCIONES POR DESARROLLAR

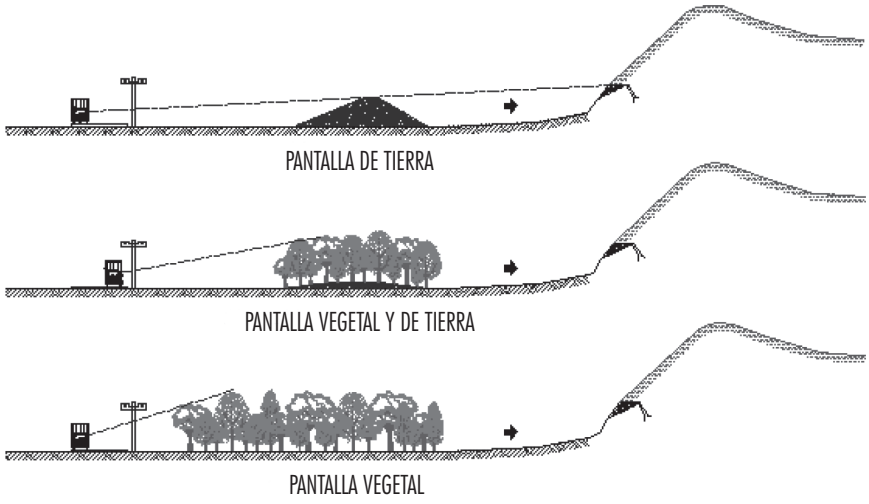
Entre otras medidas, se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería, para alcanzar el objetivo y la meta. Es importante que inicialmente se identifiquen los puntos críticos de altos niveles de ruido y con ello establecer las medidas necesarias.

- Construcción o generación de barreras y medios naturales que evitan la propagación del ruido, como plantaciones, barrancos y diques, entre otros.
- Establecer medidas de manejo de ruido tanto en el tráfico vehicular como en los vehículos: evitar ruidos producidos por pitos, bocinas, motores desajustados, frenos, entre otros.
- Capacitación a todo el personal de la mina y a contratistas sobre las medidas de manejo ambiental para la mitigación de la generación del ruido.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

PROGRAMA DE MANEJO AIRE
Ficha Masub 2. Manejo de ruido
• Utilización de equipos acústicos apropiados: Absorbentes: lana de vidrio, espumas de poliuretano, espumas con películas protectoras. Barreras: naturales (arborización, materiales de acopio), planchas de acero (1 mm-2.5 mm), vidrio (6 mm), diques muros. Amortiguación: sustancias viscosas o elásticas (caucho y plástico). • Capacitar en manejo de ruido
SEGUIMIENTO Y MONITOREO
• Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de la normativa ambiental en cuanto a la reducción de los niveles de ruido generados para no exceder los niveles máximos permisibles. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará monitoreo al respecto. • Verificación de medidas, acciones y tecnologías planteadas para el manejo de ruido. • Seguimiento y control de velocidad de vehículos. • Se recomienda que el minero tradicional lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



Tipos de pantallas visuales

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España

Tomado de *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*, 1989

2.2 COMPONENTE AGUA

PROGRAMA DE MANEJO AGUA								
Ficha Masub 3. Manejo de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentía								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental para la minimización de los impactos generados por mal manejo de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentías.							
METAS	Reducir la intervención de ríos y humedales, y minimizar la erosión por lluvias y escorrentía							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Las siguientes actividades no controladas ocasionan erosión y arrastre de suelo como consecuencia del mal manejo de aguas lluvias o escorrentías superficiales: • Operación de instalaciones • Adecuación de vías de acceso • Perforación y voladura • Remoción de estériles • Disposición de estériles • Extracción • Transporte interno y externo • Acopio • Beneficio (molienda, clasificación y lavado) • Mantenimiento de maquinaria							
IMPACTO AMBIENTAL	• Erosión, carcavamiento y posibles procesos de remoción en masa • Contaminación de aguas superficiales • Alteración de los drenajes naturales • Sedimentación en cuerpos de agua • Variación en los caudales • Variación de dinámica hídrica							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	En zonas donde se expone el suelo no estabilizado, para ser arrastrado y erosionado por lluvias y escorrentía, como frentes de explotación, beneficio y disposición de estériles, colas o cenizas.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería, para alcanzar el objetivo y la meta.

Básicamente, las acciones deben estar encaminadas a evitar la erosión, el carcavamiento 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 extracción de mineral con aguas de escorrentía de aguas lluvias. En este sentido se plantean las siguientes acciones:

- Construir o adecuar las instalaciones alejadas de ríos y humedales, con el fin de evitar la alteración de los drenajes naturales; si hay alteraciones, construir los desvíos y obras de control minimizando su impacto.
- Recuperación y repoblación forestal con especies nativas en riberas de los cauces y zonas de nacimiento de agua. Es importante considerar si existe para la zona el Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos establecidos en ese instrumento.
- Construcción o adecuación de sistemas de sedimentación de aguas antes de ser descargadas a ríos.
- El paso permanente de aguas superficiales requiere construcciones hidráulicas como: alcantarillas, bateas, box colbert, entre otros.
- Construir canales perimetrales que minimicen el arrastre de sedimentos.
- Construir sistema de torrenteras sobre grandes zonas intervenidas, dispuestas en taludes. El objeto de las torrenteras es disminuir la velocidad del agua sobre los taludes, evitando la socavación y por tanto deslizamientos.
- No disponer estériles, escombros 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.

PROGRAMA DE MANEJO AGUA

Ficha Masub 3. Manejo de cuerpos de agua, aguas lluvias y escorrentía

- 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 extracción de material, las cuales deben drenar hacia las cunetas 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 extracción.
- 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.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

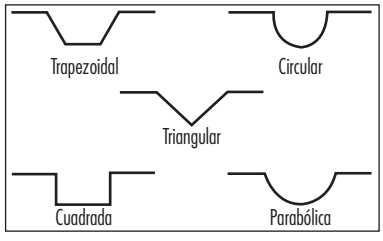
- Construcción y mantenimiento de sistemas de drenaje independientes para aguas de escorrentía no contaminadas, con trampas de control de velocidad de flujo (disminución de velocidad de transporte) y de retención de sedimentos.
- Construcción de trinchos con el objeto de disminuir el impacto de las aguas superficiales sobre zonas de taludes.

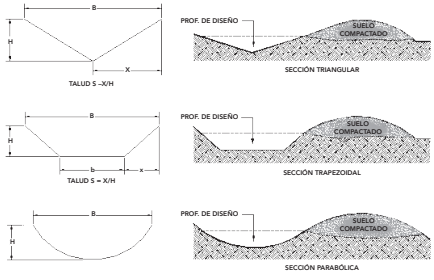
SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar la reducción de la intervención de ríos y humedales, la efectividad de los manejos de la erosión por lluvias y escorrentía y revisar el mantenimiento permanente de las obras de drenaje. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

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

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





Interceptación 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

PROGRAMA DE MANEJO AGUA								
Ficha Masub 4. Manejo de aguas residuales de mina, beneficio y transformación								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la reducción de la contaminación producida por las aguas superficiales que han estado en contacto con los yacimientos del mineral, patios de acopio, escombreras, beneficio y transformación.							
METAS	Cumplir con la normatividad ambiental no excediendo los límites permisibles, con respecto a los vertimientos, antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	• Las aguas ácidas de mina • Las aguas que entran en contacto con los estériles de los yacimientos. • Las aguas lluvias que caen sobre las escombreras, sobre las pilas de material y en las vías internas, generando sólidos suspendidos. • Aguas de lavado de maquinaria, vehículos y equipos que generan aceites, grasas y solventes. • Aguas residuales de beneficio y transformación.							
IMPACTO AMBIENTAL	Acidificación de ríos y humedales Sedimentación de ríos y humedales Contaminación de ríos y humedales con grasas, aceites, solventes y vertimientos							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Dentro del área de explotación, en proximidades a la bocamina, acopios, zonas de estériles, beneficio y transformación.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas, se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería, para alcanzar el objetivo y la meta:

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

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Para el tratamiento de las aguas ácidas de minería, es necesario aplicar una técnica de neutralización de acidez. La técnica más utilizada es la aplicación de cal por su bajo costo y alta eficiencia.

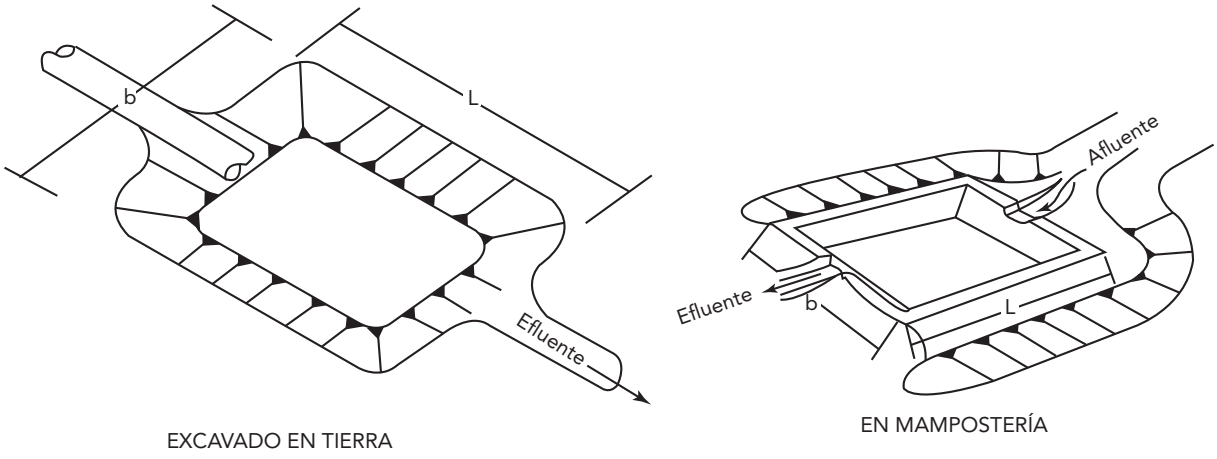
PROGRAMA DE MANEJO AGUA

Ficha Masub 4. Manejo de aguas residuales de mina, beneficio y transformación

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

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar la reducción de la contaminación producida por las aguas superficiales, comprobando que no se excedan los límites permisibles establecidos en la norma ambiental. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación y los monitoreos necesarios sobre la calidad de agua, considerando sitios, parámetros, métodos de muestreo y de análisis y periodicidad de los muestreos.
- Verificación del cumplimiento de las acciones y tecnologías de manejo implementadas.
- Se recomienda que el minero tradicional lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



Tipos de sedimentadores

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España

Tomado del *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*, 1989

PROGRAMA MANEJO DE AGUA								
Ficha Masub 5. Manejo de sustancias químicas - cianuro								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización y manejo seguro de las sustancias químicas - cianuro							
METAS	Cumplir con la normatividad para el transporte, manejo de sustancias peligrosas, almacenamiento y disposición final de materiales y empaques con residuos de cianuro, antes de acogerse el Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Transporte de sustancias químicas, almacenamiento, tratamiento y disposición							
IMPACTO AMBIENTAL	Degradación de cuerpos de agua superficial y subterránea, del suelo y aire Exposición de receptores ecológicos, fauna, flora y especies acuáticas							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección		Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zona de almacenamiento, y disposición de soluciones de cianuro							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

Realizar los procedimientos para la manipulación, transporte, recepción de cianuro, almacenamiento, preparación de soluciones, procesos metalúrgicos y manejo de residuos.

TRANSPORTE

Contratar el medio de transporte que tenga registro de seguridad para el traslado de este material.

ALMACENAMIENTO

- Todos los cianuros deben ser almacenados en contenedores herméticamente cerrados.
- Identificados claramente, indicando que contienen material peligroso.
- No deben ser almacenados o transportados junto con alimentos, bebidas, tabaco o cualquier otro material utilizado para consumo humano.
- Cualquier contacto con los ácidos o sales ácidas debe ser evitado al máximo, debido a que en cualquier momento podrían generar ácido cianhídrico gaseoso, el cual es altamente venenoso.
- Las edificaciones en las que se almacena y procesa el cianuro deben contar con buena ventilación, de preferencia donde solo se guarde material peligroso.
- Todos los envases de los productos tóxicos deben contar con las etiquetas del proveedor, las cuales deberán permanecer intactas e inalteradas en tanto quede producto dentro del envase.
- En caso de que los envases individuales de una remesa no cuenten con etiquetas, deberá colocarse una etiqueta del centro de trabajo.
- Uso de las Hojas de Datos de Seguridad del Material. Ver tabla 1. Los cianuros sólidos pueden ser almacenados durante un tiempo ilimitado, siempre que se encuentren debidamente protegidos contra la humedad, el dióxido de carbono y el aire. Si, por el contrario, estos no han sido debidamente almacenados, los cambios en su composición química se traducen en un incremento de peso.

PLAN DE ACTIVIDAD

- El cianuro sólido se puede encontrar en forma de polvo, granos, hojuelas o en bloques de una onza (también llamados briquetas o "cojines de cianuro"). Las briquetas tienen forma de cojín, tamaño aproximado de 31 x 30 x 14 mm y pesan unos 15 gramos. Esta forma es la menos sensible al aire y a la humedad. Se recubren de una capa de carbonato, la cual reduce significativamente el ataque atmosférico.
- Se busca llegar a un pH 12 y así crear la alcalinidad de protección necesaria para evitar la hidrólisis y la emisión de gases de cianuro.

PROGRAMA MANEJO DE AGUA

Ficha Masub 5. Manejo de sustancias químicas - cianuro

MANEJO DE DERRAMES

- En caso de que el cianuro sólido haya sido derramado durante su manipuleo, debe ser recogido inmediatamente con ayuda de una escoba y recogedor para devolverlo al contenedor. Si se ha ensuciado, y no puede ser utilizado, debe ser destruido mediante un proceso químico utilizando la oxidación, hidrólisis o precipitación. El área debe ser limpiada a fondo con agua alcalina.
- Los derrames líquidos deberán ser neutralizados con hipoclorito. Asimismo, deberá evitarse que cualquier derrame entre en contacto con soluciones ácidas (las cuales podrían estar presentes cerca de fuentes de agua), para evitar la generación de gas cianhídrico, que es altamente tóxico.
- El ácido cianhídrico es inflamable y forma mezclas explosivas con el aire. Por ello, debe estar terminantemente prohibido fumar y hacer fuego o fogatas en las edificaciones en las que pudiera estar presente.
- Todo el equipo eléctrico deberá estar diseñado para ser utilizado en atmósferas de gas explosivo.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal capacitado y con experiencia en manejo de sustancias químicas

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

Programas de capacitación para todos los empleados que trabajan con el cianuro o cerca de él.

Tener las hojas de seguridad y monitoreo de aire.

Tratamiento de soluciones de cianuro:

- Degradación natural: es la volatilización con posteriores transformaciones atmosféricas a sustancias químicas menos tóxicas; también se pueden utilizar la oxidación biológica, la precipitación y los efectos de la luz solar. Igualmente, pueden ser absorbidas sobre las superficies de los minerales y del desecho del carbono orgánico.
- Oxidación química: proceso con SO_2/aire y el proceso de tratamiento con H_2O_2 (peróxido de hidrógeno).
- Precipitación: de cianuros estables se puede obtener mediante el agregado de complejantes como el hierro.
- Biodegradación: organismos anaeróbicos han creado sistemas activos como pasivos de tratamiento biológico.
- Reciclado: reduce la materia prima y costos; el proceso abarca tres pasos: control de pH, volatilización y captura de cianuro que se ha liberado.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Monitoreo de acuerdo a las indicaciones de las CAR para la elaboración del PMA.
- Desarrollar planes de contingencia para cualquier situación que pudiera generar una liberación incontrolada de compuestos que lo contengan, evaluando la probabilidad de ocurrencia de dichas situaciones, y para mitigar las consecuencias.
- Manejo y medición de aguas residuales.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

Tabla 1. Hoja de datos de seguridad de materiales (MSDS)

POTASIO CIANURO (REAG. PH. EUR.) PA-ACS-ISO	Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS)
SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA	
PRODUCTO Nombre Químico: cianuro de potasio - KCN Número CAS: 151-50-8 Sinónimos: cianuro de potasio, sólido, ácido cianhídrico, sal de potasio COMPAÑÍA: XXXXXXX Teléfonos de emergencia Ciudad: XXXXX	
SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES	
NOMBRE QUÍMICO (IUPAC): hidróxido potásico FÓRMULA QUÍMICA: KOH COMPONENTE: hidróxido de potasio N° CAS: 1310-58-3 PORCENTAJE: 10-51 N° NU: 1814 COMPONENTE: Agua N° CAS: 7732-18-5 PORCENTAJE: 49-90	
SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	
Descripción general de emergencia: ¡veneno! ¡Peligro! Puede ser fatal si se traga, inhala o absorbe por piel. Contacto con ácidos libera gas venenoso. Causa quemaduras en la piel, ojos y tracto respiratorio. Afecta la sangre, sistema cardiovascular, sistema nervioso central y tiroides. Equipo de laboratorio: anteojos protectores y cubierta; bata de laboratorio; campana de extracción y guantes adecuados. Código de color: azul (Salud). Efectos potenciales de salud: en la mayoría de los casos, una intoxicación por cianuro causa en la piel un cambio de color de normal a rojo. Sin embargo, si se trata de un daño físico o falta de oxígeno, el color de la piel puede ser azulado. El enrojecimiento de los ojos y la dilatación de la pupila son síntomas de la intoxicación por cianuro. La cianosis (coloración azulada de la piel) tiende a estar asociada con las intoxicaciones graves por cianuro. Inhalación: producto corrosivo para las vías respiratorias. La sustancia inhibe la respiración celular y puede provocar cambios en la sangre, sistema nervioso central y en la tiroides. Puede causar dolor de cabeza, debilidad, mareos, náuseas y vómitos, dificultad para respirar, que puede ser seguida por latido del corazón débil e irregular, pérdida de conocimiento, convulsiones, coma y muerte. Ingestión: ¡altamente tóxico! Corrosivo para el tracto gastrointestinal con ardor en la boca y el esófago, y dolor abdominal. Dosis más elevadas pueden producir pérdida repentina de la conciencia, paro del sistema respiratorio y muerte. Dosis más pequeñas pero letales pueden prolongar los síntomas de una a más horas. Olor a almendras amargas puede ser notado en el aliento o el vómito. Otros síntomas pueden ser similares a los observados para la exposición por inhalación. Contacto con la piel: corrosivo. Puede causar dolor severo y quemaduras en la piel. Las soluciones son corrosivas para la piel y los ojos, pueden provocar úlceras profundas que tardan en sanar. Puede ser absorbido por la piel, con síntomas similares a los observados para la inhalación. Contacto con los ojos: corrosivo. Los síntomas pueden incluir enrojecimiento, dolor, visión borrosa, y daño permanente a los ojos. La exposición crónica: la exposición prolongada o repetida con la piel puede causar sarpullido y lesiones nasales. Agravación de condiciones preexistentes: los trabajadores que deban manipular esta sustancia deben someterse a un pre-examen y a pruebas médicas periódicas. Las personas con historial de problemas en el sistema nervioso central, tiroides, piel, enfermedades cardiacas o pulmonares pueden ser más susceptibles a los efectos de esta sustancia.	
SECCIÓN 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS	
En caso de intoxicación por cianuro, iniciar el tratamiento de primeros auxilios de inmediato, a continuación, obtener atención médica. Un kit de antídoto contra el cianuro (nitrito de amilo, nitrito de sodio y tiosulfato de sodio) debería estar disponible en cualquier área de trabajo de cianuro. Las acciones para tomar en caso de intoxicación por cianuro deben planearse y practicarse antes de comenzar a trabajar con cianuros. El oxígeno y el nitrito de amilo pueden ser suministrados en un primer	

POTASIO CIANURO (REAG. PH. EUR.) PA-ACS-ISO	Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS)

nivel de respuesta antes de que llegue ayuda médica. Permitir que la víctima inhale el nitrito de amilo durante 15-30 segundos por minuto, hasta que el nitrito de sodio y tiosulfato de sodio puedan ser administrados por vía intravenosa (véase la nota para el médico). Una nueva ampolla de nitrito de amilo se debe utilizar cada 3 minutos. Si el paciente está consciente, pero los síntomas (náuseas, dificultad para respirar, mareos, etc.) son evidentes, suministrar oxígeno. Si la conciencia está alterada (no hay respuestas, trastornos del habla, confusión, somnolencia) o el paciente está inconsciente pero respirando, suministrar oxígeno y nitrito de amilo por medio de un respirador. Si no respira, administre oxígeno y nitrito de amilo de inmediato por medio de un respirador de presión positiva (respiración artificial).

Inhalación: si ha inhalado, trasladar a la víctima al aire libre. Si se presentan síntomas, suministrar el oxígeno y el antídoto según las instrucciones. Mantener al paciente caliente y en reposo. No le dé respiración boca a boca.

Ingestión: si se ingiere, suministrar el antídoto y administrar oxígeno por arriba. Si el paciente está consciente, inmediatamente darle papilla de carbón activado. No dar nada por boca a una persona inconsciente. No inducir el vómito, ya que podría interferir con el uso de reanimación.

Contacto con la piel: lavar la piel inmediatamente con abundante agua por lo menos 15 minutos mientras se quitan la ropa y el calzado contaminados. Obtener atención médica inmediatamente. Lave la ropa antes de usarla nuevamente. Limpie completamente los zapatos antes de volver a usarlos. Administrar kit de antídoto y oxígeno según las instrucciones planificadas de antemano si se presentan síntomas.

Contacto con los ojos: lavar los ojos inmediatamente con abundante agua por lo menos 15 minutos, elevando los párpados superior e inferior ocasionalmente para asegurar la remoción del cianuro. Obtener atención médica inmediata.

Nota para el médico: si el paciente no responde al nitrito de amilo, inyectar por vía intravenosa 10 ml de solución al 3% de nitrito de sodio a una tasa de no más de 2,5 a 5 ml por minuto. Cuando la administración de nitrito se ha completado, siga directamente con 50 ml de un 25% de la solución de tiosulfato de sodio a la misma velocidad por el mismo camino. Dar oxígeno a las víctimas y mantener en observación. Si la exposición fue grave, monitorear a la víctima durante las siguientes 24 a 48 horas. Si los síntomas de la intoxicación por cianuro persisten o reaparecen, repita las inyecciones de nitrito y tiosulfato en una dosis media a la original. La cianocobalamina (B12), 1 mg por vía intramuscular, puede acelerar la recuperación. Exposiciones moderadas al cianuro pueden ser tratadas solo con medidas de apoyo, como el reposo en cama y oxígeno.

SECCIÓN 5: MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Fuego: este producto es de descomposición no combustible, pero en contacto con ácidos libera fácilmente inflamables y tóxicos, como el gas de cianuro de hidrógeno.

Explosión: no se considera un riesgo de explosión, pero una vez calentado con cloratos o nitritos a 450 °C (842 °F) puede causar una explosión. Una explosión violenta se produce si se funde con la sal nitrito. Los contenedores sellados pueden romperse al calentarse. Medios de extinción de incendios: no utilizar dióxido de carbono porque puede reaccionar con este material en la presencia de humedad para producir cianuro de hidrógeno. Se puede usar agua sobre los incendios cercanos en los que no se encuentre este material. Utilice alcalinos químico seco. El aerosol de agua puede ser usado para mantener fríos los recipientes expuestos al fuego. Reacciona lentamente con agua para formar cianuro de hidrógeno. Utilizar cualquier medio apropiado para extinguir fuego alrededor.

Información especial: en el caso de fuego, usar vestidos protectores completos y aprobados por el NIOSH. Equipo autónomo de respiración con mascarilla completa operando en la demanda de presión u otro modo de presión positiva.

SECCIÓN 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES

Derrames: ventilar el área de la fuga o derrame. Permita que solo personal calificado ingrese a atender el derrame. El personal que ingrese requiere ropa protectora y protección respiratoria contra vapores. Recoger el material derramado y colocarlo en un recipiente cerrado para su valorización o eliminación. ¡No lo vierta por la alcantarilla! Descontamine los residuos líquidos o sólidos en el área del derrame con sodio o solución de hipoclorito de calcio.

SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Mantener en un recipiente cerrado herméticamente, almacenar en un lugar fresco, seco y ventilado. Proteger contra daño físico. Almacenar separado de materiales incompatibles. Los trabajadores deben seguir cuidadosamente las buenas prácticas de higiene, incluyendo no comer, beber o fumar en el lugar de trabajo. El uso adecuado y mantenimiento del equipo de protección es esencial. Los trabajadores que manipulan cianuro requieren un preexamen y pruebas médicas periódicas. Dar formación especial a los trabajadores en el uso de cianuro. Los contenedores de este material pueden ser peligrosos cuando están vacíos ya que retienen residuos del producto (polvo, sólidos); respetar todas las advertencias y precauciones indicadas para el producto. No almacenar cerca de materiales combustibles o inflamables. Todas las personas con potencial para la intoxicación por cianuro deben estar capacitadas para proporcionar los primeros auxilios y oxígeno de inmediato utilizando el nitrito de amilo. Un kit de

POTASIO CIANURO (REAG. PH. EUR.) PA-ACS-ISO	Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS)

antídoto (nitrito de amilo, nitrito de sodio y tiosulfato de sodio) debe estar disponible en los lugares de trabajo donde se manipula el cianuro. Los antídotos deben ser controlados anualmente para asegurar que se mantienen dentro de su período de vida. Es esencial el entrenamiento de escuadrones de asistencia médica en el manejo y atención de emergencias.

SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Límites de exposición:

OSHA Límite de exposición permisible (PEL): 5 mg/m^3 de la piel (TWA) (como CN)

ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 5 mg/m^3 (STEL) de techo, la piel, como CN

Sistema de ventilación: un sistema local o general es recomendado para las exposiciones de empleados debajo de los límites de exposición aérea. La extracción local es generalmente preferida porque se pueden controlar las emisiones del contaminante en su fuente, impidiendo su dispersión en el área de trabajo general.

Respiradores personales (aprobados por el NIOSH): si el límite de exposición es excedido y los controles de ingeniería no son factibles, use un suministro de aire, respirador de pieza facial completa, capucha, automáscara de respiración. La calidad del aire que se respira debe cumplir con los requisitos de la norma de protección respiratoria de OSHA (29CFR1910.134).

Protección de la piel: usar ropa protectora impermeable, incluyendo botas, guantes, bata de laboratorio, delantal o monos, según proceda, para evitar el contacto con la piel.

Protección de los ojos: utilice gafas protectoras contra productos químicos o careta completa donde el polvo o salpicaduras de soluciones sea posible. Mantenga una fuente de lavado de ojos y regaderas de emergencia en el área de trabajo.

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto: blanco sólido granular delicuescente.

Olor: almendra amarga.

Solubilidad: muy soluble en agua.

Peso específico: 1,55 @ 20C/4C

pH: 11 (0,1 N solución acuosa)

Porcentaje de volátiles por volumen @ 21C (70F): 0

Punto de ebullición: 1625C (2957F)

Punto de fusión: 634C (1173F)

Densidad de vapor (aire = 1): no se encontró información.

Presión de vapor (mm Hg): no se encontró información.

Tasa de evaporación (BuAc = 1): no se encontró información.

SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad: muy estable cuando se seca. La humedad causa la descomposición lenta, liberando gas venenoso cianuro de hidrógeno.

Productos de descomposición peligrosos: emite gases tóxicos de cianuro y óxidos de nitrógeno cuando se calienta hasta la descomposición.

Polimerización peligrosa: no se producirá.

Incompatibilidades: los ácidos fuertes y oxidantes fuertes. Reacciona con ácidos, liberando gases tóxicos e inflamables de cianuro de hidrógeno. De agua o soluciones alcalinas débiles pueden producirse peligrosas cantidades de cianuro de hidrógeno en áreas confinadas. Puede reaccionar con el dióxido de carbono en el aire ordinario para formar gas de cianuro de hidrógeno. Condiciones para evitar: calor, humedad, incompatibles.

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

DL50 (oral, ratas): 6 mg/kg. Ha sido investigado como mutagénico, causante de efectos reproductivos.

SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Destino ambiental: este material tiene un factor de bioconcentración estimado (BCF) de menos de 100. De este material no se espera una bioacumulación significativa. Toxicidad ambiental: este material es muy tóxico para la vida acuática y terrestre.

POTASIO CIANURO (REAG. PH. EUR.) PA-ACS-ISO	Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS)

SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICIÓN

El cianuro debe ser oxidado antes de su eliminación. Una solución alcalina (pH: 10) es tratada con cloro o lejía comercial para descomponerlo. El cianuro libre puede ser neutralizado. Lo que no pueda conservarse para la recuperación o reciclaje debe ser manejado como desecho peligroso y enviado a una instalación de residuos aprobada. El procesamiento, utilización o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de gestión de residuos. Las regulaciones de eliminación local pueden diferir de las regulaciones federales de desecho. Deseche el envase y el contenido no utilizado de acuerdo a los requisitos locales.

SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

(Tierra, DOT)

Nombre de embarque: RQ, cianuro de potasio, sólido

Clase de peligro: 6.1

UN / NA: UN1680

Grupo de embalaje: I

Internacional (marítimo, IMDG)

Nombre de embarque apropiado: cianuro de potasio, sólido

Clase de peligro: 6.1

UN / NA: UN1680

Grupo de embalaje: I

Contaminante marino: sí

Grave contaminante del mar: no

Internacional (RID/ADR)

Nombre de embarque apropiado: cianuro de potasio

Clase de peligro: 6.1

UN / NA: UN1680

Grupo de embalaje: I

SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Clasificaciones NFPA. Salud: 3. Inflamabilidad: 0. Reactividad: 0.

Etiqueta de advertencia de peligro: ¡Veneno! ¡Peligro! Puede ser fatal si se traga, inhala o absorbe por la piel. El contacto con ácidos libera gas venenoso. Causa quemaduras en la piel, ojos y tracto respiratorio. Afecta la sangre, sistema cardiovascular, sistema nervioso central y la tiroides.

Etiqueta de precauciones: no respire el polvo. No llevar a los ojos, la piel o la ropa. Mantenga el recipiente cerrado. Use solo con ventilación adecuada. Lavar a fondo después de manejar.

Uso del producto: reactivo de laboratorio.

Tóxico (T)

Peligroso para el medio ambiente (N)

.

SECCIÓN 16: INFORMACIÓN ADICIONAL

La información relacionada con este producto puede ser no válida si este es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este material específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico. Esta no es considerada como completa, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales.

PROGRAMA DE AGUA								
Ficha Masub 6. Manejo de sustancias químicas - mercurio (Hg)								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental para la minimización y manejo seguro de las sustancias químicas - Mercurio (Hg).							
METAS	Cumplir con la normatividad para el transporte, manejo de sustancias peligrosas, almacenamiento y disposición final antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente y con la visión a 14 de julio de 2018 de la eliminación del uso de mercurio en el beneficio minero, de acuerdo a lo considerado en la Ley 1658 del 2013.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Fase de beneficio: transporte de sustancias químicas - mercurio (Hg), almacenamiento, tratamiento y disposición.							
IMPACTO AMBIENTAL	• Exposición de receptores ecológicos fauna y flora, cultivos y especies acuáticas, como buchón, micrófitos, entre otros. • Contaminación de peces, los cuales al absorber el mercurio, en cualquiera de sus formas, lo bioacumulan y lo dispersan. • Contaminación del aire por las malas prácticas en el manejo y destilación de la amalgama de mercurio. • Contaminación de cuerpos de agua por el uso del mercurio en el proceso de beneficio. • Sedimentos contaminados con mercurio.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección		Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas de almacenamiento, manipulación y disposición de mercurio.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas, se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería, para alcanzar el objetivo y la meta:

Realizar los procedimientos para la manipulación, transporte, recepción de mercurio, almacenamiento, manipulación y manejo de residuos peligrosos.

TRANSPORTE

- Contratar el medio de transporte que tenga registro de seguridad para el traslado de materiales peligrosos.
- Cumplir con las normas internacionales de embalaje.

ALMACENAMIENTO

- El mercurio debe ser almacenado en recipientes herméticamente cerrados, debe estar debidamente rotulado indicando su contenido, manejo, peligrosidad y no debe ser almacenado o transportado junto con alimentos, bebidas, tabaco o cualquier otro material utilizado para consumo humano.
- El sitio de almacenamiento de residuos peligrosos debe contar con una buena ventilación y cumplir con la normatividad para su acopio.
- Todos los envases de mercurio deben contar con las etiquetas del proveedor, las cuales deberán permanecer intactas e inalteradas en tanto quede producto dentro del envase.
- En caso de que los envases individuales de una carga no cuenten con etiquetas, deberá colocarse una etiqueta del centro de trabajo.
- Uso de las Hojas de Datos de Seguridad del Material. Ver tabla 2.
- No se debe comer ni fumar en los lugares donde se trabaje con mercurio.
- Se debe evitar el contacto con la piel, así como la impregnación de la ropa.
- Los recipientes que contienen mercurio se deben mantener bien cerrados, con una pequeña cantidad de agua en su interior para evitar la formación de gases de mercurio.
- Los lugares donde se trabaja con mercurio deben mantenerse limpios; las mesas de trabajo deberán estar provistas de bordes altos para evitar los derrames del mercurio.

PROGRAMA DE AGUA

Ficha Masub 6. Manejo de sustancias químicas - mercurio (Hg)

- Los implementos que se utilizan para trabajar con mercurio no deben tener otro uso. Esto se recalca con respecto a las bateas y los baldes de plástico.
- Las colas de amalgamación no deben ser cianuradas.
- Con el objeto de mejorar la capacidad de amalgamación del mercurio, este debe volver a destilarse en retortas.
- Se debe llevar un control estricto de las pérdidas de mercurio durante el proceso de amalgamación. especialmente el que se pierde en las colas.
- Para minimizar la contaminación de aguas y suelos, se pueden amalgamar solo los concentrados del proceso de molienda.
- Es necesario limpiar y reactivar el mercurio.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal capacitado y con experiencia en manejo de sustancias químicas

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Construir las trampas de mercurio. Son cajones tipo laberinto que se colocan en la descarga de las colas, de manera que el mercurio queda en el fondo por ser más pesado que el mineral. Se pueden utilizar trampas hidráulicas con un flujo de agua en contracorriente con el flujo de las colas. El mercurio queda depositado en el fondo del equipo.
- Se deben utilizar retortas que eviten la emisión de mercurio a la atmósfera durante la quema de amalgamas.
- Si el mineral se somete a una concentración gravitacional, es posible manejar el mercurio en un sistema cerrado, con mayor seguridad para los operadores, ahorro de mercurio y menor riesgo de contaminación ambiental. Se pueden utilizar equipos artesanales, como bateas y canaletas, o equipos de fábrica, como *jigs*, mesas de concentración, espirales, o concentradores centrífugos.

  Etapas de la concentración gravitacional:

  - ✓ Molienda
  - ✓ Concentración gravitacional
  - ✓ Amalgamación del concentrado gravitacional
  - ✓ Quema del amalgama en retorta
  - ✓ Flotación de la cola de la concentración gravitacional
  - ✓ Disposición de relave de flotación en un tanque adecuado.

  La amalgamación del concentrado gravitacional se puede hacer de dos formas: una manual, agitando suavemente en balde o batea y dosificando el mercurio gota a gota según la necesidad; es un método económico, pero hay más exposición a los vapores del mercurio. Otra forma es usarlo en tambores amalgamadores; la ventaja es que el concentrado y el mercurio están en un recipiente cerrado. La operación debe ser muy controlada para evitar la atomización del mercurio.
- Utilizar la retorta para la destilación de la amalgama evita la pérdida del mercurio y la contaminación directa de los operadores por inhalación.
- Adelantar programas de capacitación para todos los empleados que trabajan con el mercurio o cerca de él.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

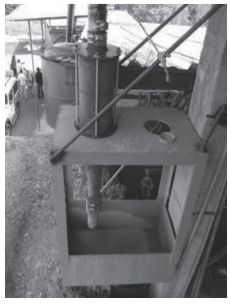
- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental para el transporte, manejo de sustancias peligrosas, almacenamiento y disposición final, considerando que a 14 de julio de 2018 debe darse la eliminación del uso de mercurio en el beneficio minero, de acuerdo a lo considerado en la Ley 1658 del 2013. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará monitoreo al respecto.
- Desarrollar planes de contingencia, evaluando la probabilidad de ocurrencia de situaciones como derrames accidentales, para mitigar las consecuencias.
- Medición de los niveles de mercurio en aguas residuales, sedimentos y peces.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

Tabla 2. Hoja de datos de seguridad de materiales

Mercurio	Hoja de Datos de Seguridad de Materiales
Sección I: Información del Producto Químico y de la Compañía	
Nombre del Material Fórmula Química Número CAS Código UN Guía de Respuesta Sinónimos Uso Manufacturero	Mercurio Hg (elemento) 7439-97-6 2809 172 Mercurio coloidal Variedad de aplicaciones industriales y analíticas XXXXX S.A. P.O. Box XXXX, Gladstone. XXXXX S.A
Sección II: Composición / información de componentes	
Ingredientes	Este producto contiene mercurio 100% P/P
Sección III: Identificación de riesgos	
Entradas principales al organismo de quien manipula la sustancia	Inhalación y contacto con la piel.
4. Inhalación	4. Largo tiempo de exposición puede desarrollar una variedad de síntomas, como excesiva salivación, anorexia, fiebre, anomalías cardiacas, anemia, problemas digestivos, dolores abdominales, deseos frecuentes o incapacidad para orinar, temblores, reacciones alérgicas. Exposiciones crónicas pueden dañar el sistema nervioso central y favorecer el desarrollo del "eretismo". En casos avanzados podrían ocurrir pérdida de la memoria y alucinaciones.
5. Ojos y piel	5. Puede enrojecerse, secarse o doler. Prolongados contactos pueden desarrollar úlceras. Los síntomas por exposición incluyen enrojecimiento, dolor y lagrimeo.
6. Ingestión	6. Los síntomas pueden incluir sabor metálico en la boca, náuseas, vómitos, efectos en el sistema nervioso central y daños a los riñones. La ingestión puede ser fatal debido al daño sobre el sistema gastrointestinal y los riñones.
Sección IV: Medidas de primeros auxilios	
5. Inhalación	5. Remover a la víctima a un lugar con aire fresco. Si es necesario, usar respiración artificial para ayudar a las funciones vitales de la víctima. El individuo contaminado debe buscar inmediata atención médica.
6. Contacto con los ojos	6. Abrir los ojos de la víctima bajo abundante agua. Lavar los ojos del individuo contaminado por lo menos 15 minutos. El individuo contaminado debe buscar inmediata atención médica.
7. Contacto con la piel	7. Inmediatamente tomar baños con agua de por lo menos 15 minutos. Quitarse la ropa contaminada teniendo cuidado de no tocarse los ojos. El individuo contaminado debe buscar inmediata atención médica.
8. Ingestión	8. Buscar inmediata atención médica. Si el apoyo profesional no está disponible, inducir a la víctima al vómito. La víctima debe beber leche o grandes cantidades de agua. Nunca inducir al vómito o dar líquidos a alguien que está inconsciente, tiene convulsiones o no puede tomar líquido. El individuo contaminado debe buscar inmediata atención médica.
Sección V: Medidas para atender derrames	
3. Procedimientos para recoger y limpiar	3. La atención de derrames grandes o fugas no controladas, debe ser por personal debidamente capacitado y entrenado, usando procedimientos preestablecidos y equipo protector apropiado. La primera acción que debe realizarse en el momento del derrame es evacuar del sitio al personal que labora en el área.
4. Derrames Pequeños	4. En caso de derrames pequeños de mercurio, se recomienda evacuar del sitio al personal que labora en el área y convocar al personal entrenado para proceder a limpiar el área. Se recomienda contar con una aspiradora para mercurio; para sitios de difícil acceso de limpieza se puede utilizar polisulfuro de calcio o azufre, rociándolo efectivamente en el área.

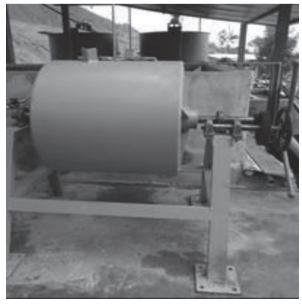
Mercurio	Hoja de Datos de Seguridad de Materiales
Sección VII: Manejo y almacenamiento	
Almacenamiento	Almacenar los bidones, frascos o botellas en lugares frescos, lejos de los rayos solares y del calor. El área de almacenamiento debe ser construida con materiales resistentes al fuego.
Manipulación	Manipular la sustancia en un lugar ventilado. Abrir el recipiente despacio y sobre superficies estables.
Observaciones	Almacenar lejos de materiales incompatibles.
Sección VIII: Controles de exposición / Protección personal	
Protección respiratoria	Usar máscara respiratoria para mercurio.
Protección de manos	Usar guantes de neopreno.
Protección de ojos	Usar lentes para salpicaduras o lentes seguros.
Ventilación	Usar con adecuada ventilación para asegurarse de que los niveles de mercurio son mantenidos debajo de los límites permitidos.
Sección IX: Propiedades físicas y químicas	
Estado físico	Líquido pesado
Color	Blanco plateado
Punto de fusión	-38,87 °C
Punto de ebullición	356,72 °C
Solubilidad	Insoluble
Gravedad específica	13,5939
Presión de vapor	0,002
Otros	Densidad de vapor relativa: 6.9
Sección X: Estabilidad y reactividad	
Estabilidad	Estable
Incompatibilidad	Ácidos fuertes
Condiciones para evitar	Calor
Productos de descomposición peligrosa	Ninguno
Sección XI: Información toxicológica	
Toxicidad	Efectos teratogénicos; efectos reproductivos; efectos sobre el sistema nervioso central, hígado, metabolismo, gastrointestinales, piel y ojos. El mercurio puede causar reacciones alérgicas.
Ecotoxicidad	Muy tóxico para organismos acuáticos
Otras observaciones	
Ecológicas	No incorporar a suelos ni a acuíferos
Sección XIII: Consideraciones sobre eliminación	
Disposición	Envases: se deben eliminar de acuerdo a disposiciones oficiales. Los envases contaminados deben tratarse como producto. Los envases no contaminados se tratarán como residuos domésticos.
Sección XIV: Información de transporte	
Transporte por tierra	Clasificación GGVS/GGVE : 8 Clasificación ADR/RID : 8 Denominación del producto : 2809 QUECKSILBER
Transporte marítimo	QUECKSILBER Clasificación IMDG : 8 Número UN : 2809 Nombre técnico correcto : MERCURY
Transporte aéreo	Clasificación ICAO-IATA : 8 Número UN : 2809 Nombre técnico correcto : MERCURY

Mercurio	Hoja de Datos de Seguridad de Materiales
Sección X: Información ecológica	
Información sobre efectos ecológicos	No biodegradable. Peligro para flora y fauna. Líquido corrosivo que reacciona violentamente con el agua. Existe peligro para el agua potable. Toxicidad aguda en los peces: LC 50 (96h) = 0,16 mg/l Toxicidad aguda en cangrejos: EC 50 (24h) = 5,34 mg/l. Artemia salina.
Sección XI: Información reglamentaria	
- Símbolos * Clase:	Tóxico (T) Peligroso para el medio ambiente (N)
-Azul 3: Tóxico. -Rojo 0: No es inflamable. -Amarillo 0: No reacciona fuertemente.	
- Frases R	R – 23: Tóxico por inhalación. R – 33: Peligro de efectos acumulativos. R – 50/53: Muy tóxico para los organismos acuáticos; puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
- Frases S	S – 7: Manténgase el recipiente bien cerrado. S – 45: En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente a un médico (si es posible, muéstrele la etiqueta). S – 60: Elimínense el producto y el recipiente como residuos peligrosos. S – 61: Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
Disposiciones para el etiquetado	CAS N° 7439-97-8)



Hidrociclón

Tornillo sin fin



Molino de bolas

Tanque de agitación

Fuente: equipos adquiridos dentro del Convenio de Producción más Limpia para Pequeña Minería entre el Ministerio de Ambiente y la CAM. Acta de visita realizada por la interventoría EPAM CPT 2012, planta de beneficio de ciclo cerrado para reducción de mercurio y aumento en la recuperación de oro de un 30% a un 79,39%.

2.3 COMPONENTE SUELOS

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS								
Ficha Masub 7. Manejo de estériles								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los impactos ocasionados por la mala disposición o manejo de estériles, como la ocupación de zonas con estériles, la contaminación de corrientes superficiales de agua, la degradación estética del paisaje y la desestabilización del suelo.							
METAS	Disposición técnica de estériles con retrollenado, estabilización, disposición segura, no intervención de cuerpos de agua con estériles, ni zonas pobladas, ni en zonas de obras públicas.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Disposición de estériles							
IMPACTO AMBIENTAL	• Cambio de uso de suelo de zonas con estériles • Contaminación de cuerpos de agua por aguas con sedimentos de las zonas de estériles • Desprendimientos, deslizamientos y remociones en masa de las zonas de disposición de estériles • Degradación estética del paisaje • Contaminación del suelo y la vegetación con lixiviados de los estériles							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas de disposición de estériles y áreas de retrollenado.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- Retrollenado de zonas explotadas.
- Construcción de drenajes internos que recojan las aguas infiltradas en zonas de disposición de estériles.
- Conformación de zonas de disposición de estériles de acuerdo a la topografía.
- 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 externa estableciendo barreras vivas y revegetalizando la zona contigua. Es importante considerar si existe para la zona el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca, POMCA, y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos en el instrumento establecido.
- Establecimiento de cobertura vegetal en zonas de disposición de estériles.
- Ubicación lejos de núcleos poblacionales, bocatomas de acueductos y otras obras públicas.
- El tamaño y la forma de las escombreras se determinarán por el volumen del estéril que sobre del retrollenado y por su estabilización.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

La primera opción es realizar retrollenado de zonas explotadas.

Si se llegan a requerir de manera temporal o definitiva otras zonas para disposición de estériles, se pueden considerar varios tipos de conformación para dicha disposición: fases adosadas, dique de pie o de pata y fases superpuestas, de acuerdo a las condiciones de estabilización del terreno:

- Fases adosadas: proporcionan factores de seguridad mayores, al conformarse con taludes medios finales más bajos. La altura media total puede suponer una limitación, por consideraciones prácticas de acceso a los niveles inferiores.
- Dique de pie o de pata: se utiliza cuando los estériles presentan características litológicas y geotécnicas diversas. Consiste en la construcción de un dique en el pie o pata de la escombrera con los materiales más gruesos y resistentes, para que actúen como un muro de contención. Su uso es más frecuente en explotaciones donde se manejan grandes cantidades de materiales finos, como limos y arcillas, o cuando las condiciones de la base de apoyo no son buenas.
- Fases superpuestas: con este sistema se logran disminuir los taludes finales y se consigue mayor compactación de los materiales, otorgándoles más estabilidad.

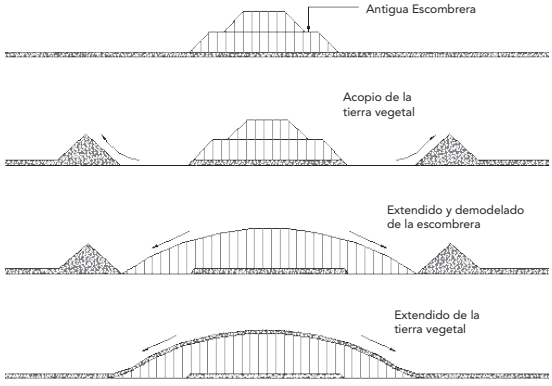
PROGRAMA DE MANEJO SUELOS

Ficha Masub 7. Manejo de estériles

El procedimiento de disposición de estériles determina en gran medida el método de construcción o desarrollo de la zona de disposición de estériles. Se debe insertar desde tempranas fases de la explotación los conceptos de localización, diseño, construcción, manejo y adecuación de estériles, para prevenir y mitigar los impactos propios de la actividad.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

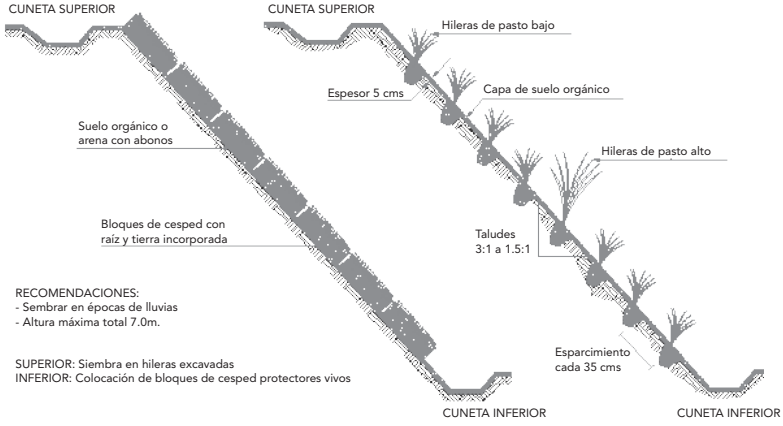
- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar que las técnicas utilizadas para el manejo de estériles minimicen la contaminación de corrientes superficiales de agua, la degradación estética del paisaje y la inestabilidad del suelo. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Realizar observaciones visuales para detectar grietas, escarpes y abombamientos. Las grietas y los escarpes son indicadores de un asentamiento normal de los vertederos y son útiles para estudiar la correcta ubicación de los instrumentos de monitoreo, el trazado de las vías de los camiones y el control de la infiltración del agua. Los abombamientos, por su parte, revelan problemas de estabilidad; estos pueden presentarse tanto en la corona como en el pie de las escombreras, siendo estos últimos indicadores de deformaciones a gran escala. Todas las roturas de escombreras vienen precedidas de un abombamiento de pie.
- Donde se vaya terminando la zona de la disposición de estériles, verificar las acciones de repoblamiento vegetal que controlen los procesos erosivos y mejoren la calidad del agua de escorrentía. La autoridad ambiental regional competente podrá sugerir especies adecuadas y eficientes para realizar el repoblamiento vegetal.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



Sistema de manejo de estériles

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España

Tomado de *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*, Bradshaw, A. D., 1980



Revegetalización

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España

Tomado y adaptado de *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*,1989

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS								
Ficha Masub 8. Manejo de erosión								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los procesos erosivos generados por la actividad minera.							
METAS	Realizar las obras y acciones que disminuyan la generación de arrastre de material a los cuerpos de agua, protección y estabilización de taludes.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Remoción de estériles Disposición de estériles Beneficio Construcción y adecuación de vías Instalaciones y adecuaciones							
IMPACTO AMBIENTAL	Inhabilitación de suelos para uso agropecuario y forestal Incremento de formas y procesos erosivos Pérdida de suelo Contaminación de suelos Migración de especies Alteración de las propiedades fisicoquímicas de cuerpos de agua							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Terrenos intervenidos por la explotación, construcción de instalaciones, adecuaciones, zonas de estériles y construcción de vías de acceso							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas, se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la actividad, para alcanzar el objetivo y la meta:

- Almacenamiento y conservación de la capa orgánica del suelo removido, para su utilización en la revegetalización. Las recomendaciones de su manejo son:
  - En los sitios de apilamiento, es preferible realizarlo en áreas periféricas a la explotación en las que no se prevean otras actividades de la explotación.
  - Para remover el suelo y evitar su contaminación, se debe trasladar al sitio de almacenamiento, conformando pilas de acuerdo al espacio disponible.
  - Evitar el apisonamiento de los suelos almacenados, para evitar su compactación y el daño de su estructura.
  - Para la conservación del suelo almacenado se recomiendan 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.
- Para el manejo de la erosión se ha de considerar revegetalización con énfasis en especies nativas y obras mecánicas, en las que se debe considerar:
  - Conformación de taludes de reposo que deben tener pendientes máximas de 30°.
  - Construcción de obras mecánicas de contención y estabilización, como trinchos, gaviones, terrazas, zanjas de coronación, canales de desviación y recolección de aguas de escorrentía.
  - Las obras de drenaje son un complemento importante para la conformación de taludes, a fin de que la lluvia y la escorrentía incontrolada no ocasionen su desestabilización.
  - Los canales de escorrentía deben tener pendientes cuya velocidad no ocasione erosión y estructuras de control de velocidad de flujo para permitir la sedimentación.
  - Inmediatamente después de la conformación de taludes y drenajes de evacuación, se debe proceder a la revegetación con especies herbáceas, especialmente de gramíneas y leguminosas de la zona, para evitar procesos erosivos.

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS

Ficha Masub 8. Manejo de erosión

- 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.
- En la estabilización de taludes es de gran utilidad el establecimiento de barreras vivas, preferiblemente con especies nativas.
- En zonas donde se presentan situaciones desfavorables debido a la presencia de aguas subterráneas, particularmente cuando 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.

- A estas acciones se deben considerar las establecidas en la Ficha de Manejo de Cuerpos de Agua, Aguas Lluvias y Escorrentía.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Repoblación vegetal: es importante considerar si existe para la zona el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA), y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos en el instrumento establecido.
- Control sanitario: manejo de insectos nocivos, de enfermedades y de suelos.
- Terráceos y obras civiles de disipación de la energía del agua.

Otra medida es la construcción de trinchos, lo que permite controlar la erosión y la revegetalización.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda seguimiento y monitoreo a las acciones realizadas para verificar la efectividad de las prácticas de revegetación y manejo de erosión. Verificación del control de transporte de sedimentos a los cuerpos de agua. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- La autoridad ambiental regional competente podrá sugerir especies adecuadas y eficientes para realizar el repoblamiento vegetal.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

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

PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS						
Ficha Masub 9. Manejo de hundimientos						
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los hundimientos.					
METAS	Eliminar los hundimientos y estabilizar las zonas en los que se ha presentado, antes de acogerse el Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la Autoridad Ambiental Competente.					
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Apertura de túneles.					
FASE	Durante las etapas de explotación y desmantelamiento del yacimiento.					
IMPACTO AMBIENTAL	• Desestabilización de los estratos del suelo ubicados sobre las áreas subterráneas de explotación. • Contaminación química del agua por la infiltración en la zona de agrietamiento. • Cambios en los regímenes de agua subterránea. • Inundaciones: Ante pequeños hundimientos del terreno, que requieren de instalación de sistemas de drenaje.					
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Mitigación	X	Compensación	Corrección
LUGAR DE APLICACIÓN	En el área de explotación en superficie y en los túneles.					

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería para alcanzar el objetivo y la meta.

- El retrollenado en las áreas donde se extrajo el mineral permite disminuir la magnitud del desplazamiento vertical.
- El método de cámaras y pilares es potencialmente, después del desmantelamiento de las labores, el mayor causante de hundimientos.
- En los sitios en donde se detecten grietas superficiales se debe utilizar alguna técnica de sellamiento o cubrimiento que puede utilizar material de limo o arcillas, telas impermeables o geotextiles, gravas y limos.
- Para el cierre de hundimientos en forma de chimenea, producidos por la técnica de cámaras y pilares, se podrán utilizar cierres en forma de pirámide o cono invertido.
- Utilizar técnicas de extracción parcial o armónica, con el fin de evitar hundimientos.
- Se deben controlar con la mayor prontitud posible, los incendios en los yacimientos, porque son fuentes potenciales de hundimientos.
- Se deben incorporar elementos flexibles dentro del diseño de estructuras nuevas, con el fin de evitar los hundimientos.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Persona con experiencia en manejo de minería subterránea.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- En las explotaciones y de acuerdo con el método de explotación se deben dejar pilares de seguridad para proteger los terrenos del hundimiento.
- Utilizar el método de retrollenado en las áreas de extracción del mineral.
- Los derrumbes dirigidos constituyen una técnica de prevención de la subsidencia potencial a largo plazo.
- Utilizar técnicas de extracción parcial, con el fin de evitar hundimientos.
- Para el cierre de cámara y pilares, se deben utilizar cierres en forma de pirámide o cono invertido.

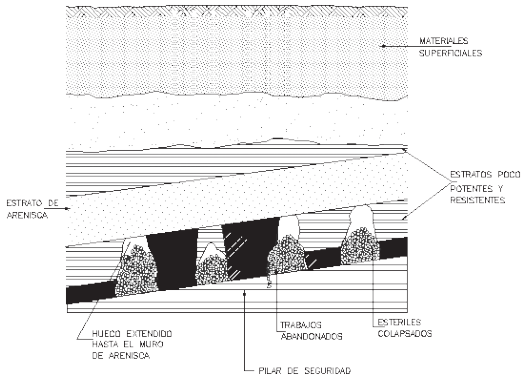
SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Monitoreo de acuerdo a las indicaciones de las CAR para la elaboración del PMA.
- Verificar las tecnologías utilizadas para prevenir y controlar los hundimientos.
- Realizar observaciones periódicas y controles para el proceso en la construcción de túneles.

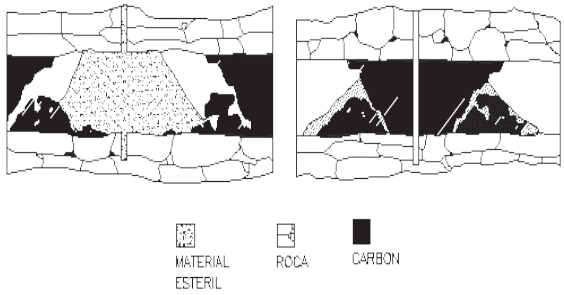
PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS

Ficha Masub 9. Manejo de hundimientos

- Realizar constantemente revisiones y controles para evitar la infiltración de las aguas subsuperficiales y superficiales hacia el yacimiento y su contacto con el material estéril y carbón.
- En áreas con tendencia a inundarse, se deben identificar y controlar de manera especial los hundimientos verticales.
- En áreas con construcciones y edificaciones, se deben identificar y controlar los hundimientos horizontales diferenciales.
- Se deben utilizar los derrumbes dirigidos como técnica de prevención de la subsidencia potencial a largo plazo.
- Se debe realizar seguimiento en áreas de extracción localizadas cerca de colinas, con pendientes bastantes inclinadas o paredes de un cañón.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

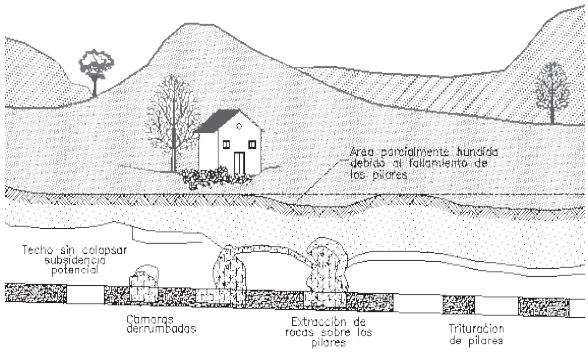


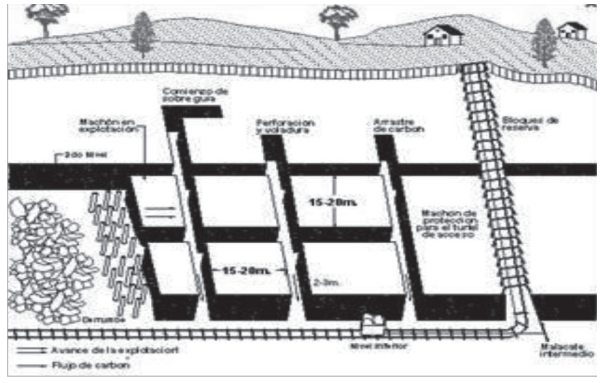
Pilares de seguridad



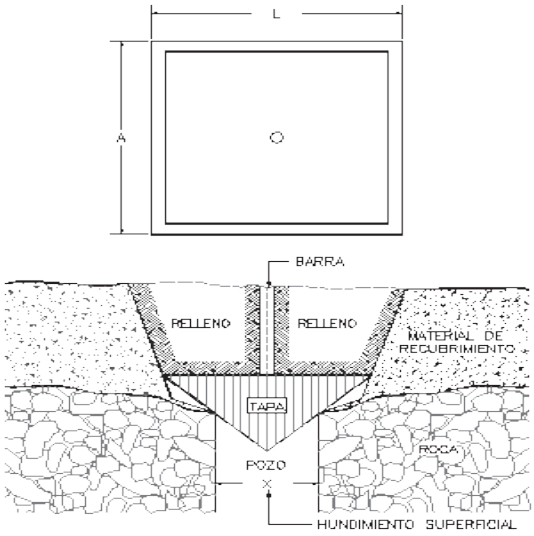
Retrollenado

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

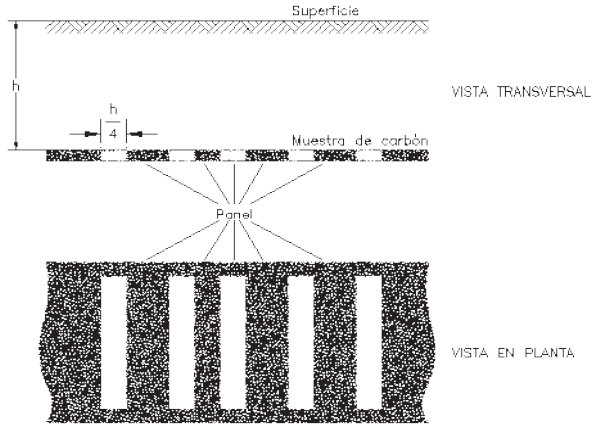




Hundimiento por cámaras y pilares
Fuente: ECOCARBÓN
Tomado y adaptado del Manual para el Control de los Factores de Degradación Ambiental en la Minería Subterránea de Carbón, Whittaker, B. N. and Reddish, D. J., 1975



Cono invertido
Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España
Tomado del Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en minería, 1989.



Extracción parcial
Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España
Tomado del Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en minería, 1989.

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS								
Ficha Masub 10. Programa recuperación y rehabilitación								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la recuperación/rehabilitación de las zonas intervenidas para usos de suelo posminería.							
METAS	Rehabilitar las zonas intervenidas de manera progresiva para su uso en otras actividades productivas o de protección ambiental.							
IMPACTO AMBIENTAL	Ecosistemas, recursos naturales y estética del paisaje. Afectación del ambiente natural y cultural del área de influencia de la explotación.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	X
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de explotación del proyecto.							

ACCIONES A DESARROLLAR

La recuperación y rehabilitación de terrenos intervenidos por la actividad minera, consiste en su adecuación para diversos usos posmineros tales como agropecuario, recreativo, de adaptación paisajística, forestal, de abastecimiento de agua (siempre y cuando sus suelos no hayan sido contaminados con metales o sustancias peligrosas de difícil recuperación), recuperación y adaptación de ecosistemas, lo cual se puede realizar en los frentes de explotación aprovechados y de manera simultánea a la explotación de otras áreas.

Se busca que a medida que avanzan los procesos constructivos y de explotación que afectan el medio ambiente se vayan realizando progresivamente las medidas de recuperación, mitigación, y compensación, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería para alcanzar el objetivo y la meta, para ello se debe considerar, entre otras:

Planeación del uso del suelo posminera

Se debe considerar en primera instancia los usos de suelo posminería que dispone el plan de ordenamiento territorial del municipio y si no se cuenta con ello, la rehabilitación a actividades anteriores a la explotación minera.

Desarrollo del programa de recuperación y rehabilitación

Debe contemplarse la recuperación de los suelos degradados y su productividad; la protección de ecosistemas de importancia ecológica; la recuperación de la calidad y cantidad del recurso hídrico; el manejo de la erosión, la estabilización del terreno que evite deslizamientos, la nivelación del terreno, la revegetación y acondicionamiento paisajístico entre otros propósitos, con obras de drenaje, terraceos, trinchos, gaviones, diques, entre otros; en actividades como la construcción y adecuación de vías de acceso, manejo de aguas residuales y residuos sólidos; construcción, sellamiento y abandono de zonas explotadas; cierre de bocaminas y bocavientos; manejo de escombreras y estériles; protección de cuerpos de agua, entre otros.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Con experiencia y conocimientos en minería y medio ambiente. Es conveniente que el personal responsable de la actividad explore ante la autoridad municipal los lineamientos establecidos en el Plan de ordenamiento territorial para la zona específica donde se realizará la recuperación y rehabilitación, otro instrumento de ordenamiento ambiental regional puede ser el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA), por tanto es conveniente revisarlo y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos en el instrumento establecido.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Determinación y acciones para el uso de suelo posminería, en concordancia con los planes de ordenamiento territorial municipal o de instrumentos ambientales de ordenamiento como los Planes de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca, POMCA.
- Alternativas de infraestructura para manejo de aguas superficiales y erosión, presentadas en otras fichas de manejo ambiental del presente documento.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental, por tanto se recomienda realizar seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de las medidas implementadas para la recuperación y rehabilitación del suelo para el uso posminero. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS
Ficha Masub 10. Programa recuperación y rehabilitación
• La autoridad ambiental regional competente podrá sugerir especies adecuadas y eficientes para realizar el repoblamiento vegetal o lineamientos para la recuperación y rehabilitación bajo el contexto local / regional. • Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

Tabla 1. Uso de la tierra para escenarios posminería

TIPO DE USO	REQUERIMIENTOS	MEDIDAS DE ADECUACIÓN
AGRÍCOLA	1. Frentes de excavación grandes y poco profundos 2. Limitaciones: a) Químicas: acidez/alcalinidad, nutrientes y toxicidad. b) Físicas: - Pedregosidad > 15%, imposible el uso agrícola. - Pendiente: < 15o pastizal. < 5o cultivos arables. - Disponibilidad de agua. - Riesgo de erosión.	• Abonar. • Añadir materia orgánica. • Adicionar caliza para corregir acidez. • Aportar elementos finos. • Disminuir y nivelar a pendiente. • Mejorar el drenaje. • Establecer la vegetación.
FORESTAL	1. No se precisan 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.	• Añadir materia orgánica. • Añadir elementos finos. • Posible aportación de nutrientes. • Buen drenaje. • Modificar pendiente si es necesario. • Establecimiento de la cobertura vegetal.
RECREATIVO PASIVO	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.	• Remodelado del terreno. • Corrección de pendientes. • Medidas estructurales si son necesarias. • Establecimiento de la cobertura vegetal.
EMBALSE Y ABASTECIMIENTO DE AGUA	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.	• Readecuación del sistema de drenaje superficial, incorporando la lámina de agua de los huecos a este. • Evaluación de alternativas de tratamiento de las aguas, de acuerdo con los usos a los cuales vaya a ser sometido 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	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.	• Impermeabilización, cuando sea necesario. • Mejoramiento del drenaje interno y superficial.
NÚCLEOS POBLACIONALES	1. Zonas de gran estabilidad geotecnia, con formas y proceso erosivos controlados. 2. Existencia adecuada de infraestructura y servicios.	• Suministro garantizado de infraestructura y servicios básicos. • Diseño de poblamiento.

Fuente: Guía Minero-ambiental: Ministerio de Minas y Energía – Ministerio del Medio Ambiente

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS								
Ficha Masub 11. Manejo de combustibles								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los impactos ambientales generados por el manejo y uso de combustibles.							
METAS	Cumplir con las medidas técnicas para el manejo de combustibles, condición a cumplir antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la autoridad ambiental competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Para estas actividades utilizan como insumo el combustible: • Perforación y voladura. • Remoción y disposición de estériles. • Extracción de minerales. • Beneficio. • Cierre y abandono. • Trasporte de material.							
IMPACTO AMBIENTAL	Contaminación del suelo, cuerpos de aguas superficiales y subterráneas. Afectación a la fauna y flora.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección	X	Mitigación		Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zona de almacenamiento y disposición de combustible, lugar donde manejan y hacen el mantenimiento de los equipos y vehículos.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas se plantean las siguientes opciones de manejo ambiental, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada por la minería para alcanzar el objetivo y la meta.

Los combustibles son sustancias derivadas del petróleo como aceites, lubricantes, gasolina, petróleo, kerosene, grasas, etc., que se utilizan para el funcionamiento y el mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos mineros en general. Para el manejo de combustibles se consideran los siguientes aspectos:

- Limitar la aplicación y el uso de sustancias químicas derivadas del petróleo en sectores cercanos a cursos de agua y campamentos.
- Asegurar el almacenamiento, transporte y adecuada disposición de los combustibles.
- Los cambios de aceite de los motores se harán preferiblemente en el campamento, evitando los derrames en tierra. Deben utilizar una bomba de accionamiento manual.
- El aceite usado deberá almacenarse de manera adecuada, devolverse a proveedores, o disponerse de acuerdo a las normas vigentes.
- No dejar sobrantes en el sitio de trabajo, en espacios públicos, o en zonas verdes.
- La herramienta, envases, bidones y tambores utilizados en la manipulación de productos tóxicos (combustibles, aceites, lubricantes) deben ser limpiados alejados de los cursos de agua.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal con conocimientos y experiencia en manejo de sustancias peligrosas y seguridad industrial.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Construcción de piscinas que sean impermeabilizadas y tengan el doble de capacidad del combustible almacenado.
- El almacenamiento deberá realizarse en bodegas que se ubicarán a distancias adecuadas, para no alterar los cursos de agua y los campamentos; se hará en áreas confinadas y cubiertas, para evitar que se presenten derrames o fugas que puedan contaminar el suelo. Se debe contar con trampa de grasas.
- Talleres de educación y capacitación ambiental y de seguridad industrial a los operarios y personal de mantenimiento de maquinaria y equipos.

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS

Ficha Masub 11. Manejo de combustibles

- Realizar prevención y control de derrames durante el transporte y llenado de los tanques de combustibles, utilizando un sistema adecuado de bombeo y áreas impermeabilizadas. En caso de derrames de algún producto líquido, hay que evitar su escurrimiento haciendo canaletas alrededor y recogerlos con material absorbente como aserrín, tierra o arena, se debe tener en cuenta que la disposición final de estos residuos deben ser dispuestos con un gestor autorizado, sin embargo se pueden almacenar por el generador por un tiempo no superior a 12 meses, tiempo que puede ser prolongado bajo debida autorización por parte de la autoridad competente. La autoridad ambiental competente puede informar sobre los gestores autorizados en la zona. 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, a continuación se sugiere respecto al almacenamiento transitorio de residuos peligrosos y de canecas que contienen o contuvieron residuos peligrosos:

    i. Ubicado en un sitio de fácil acceso para el transporte.

    j. Proyectado con espacios amplios para permitir la movilidad y el acceso por varios costados en situaciones de emergencia, contar con espacios que permita la separación entre residuos peligrosos no compatibles, como muros o hacerlo en áreas separadas.

    k. Construido con materiales no combustibles, piso impermeable para evitar la filtración hacia el suelo de contaminantes y resistente a las sustancias que se almacenan, libre de grietas que dificultan la limpieza y antideslizante y finalmente debidamente nivelado para evitar el estancamiento de aguas.

    l. 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 no debe existir conexión a ningún tipo de sistema de alcantarillado.

    m. Tener señalizados los equipos contra incendios, las salidas y recorridos de evacuación y la ubicación de los primeros auxilios.

    n. 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.

    o. Debe mantenerse registros de recepción, despacho e inspección de los residuos peligrosos ubicados en el área de almacenamiento temporal, en el cual se incluya como mínimo: nombre del generador, tipo de residuo, fecha de ingreso, volumen o peso del residuo y recomendaciones especiales de manejo.

    p. El apilamiento de residuos peligrosos no debe superar los tres (3) metros de altura a menos que se utilice un sistema de estantería que evite la caída de las sustancias y se asegure su estabilidad.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental, por tanto se recomienda realizar seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar el cumplimiento de las acciones para el manejo de combustibles. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Verificación del cumplimiento de las acciones para el manejo de combustibles.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

PROGRAMA DE MANEJO SUELOS								
Ficha Masub 12. Manejo de sustancias y residuos peligrosos								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización y manejo seguro de las sustancias químicas utilizadas en el proyecto de extracción minera.							
METAS	Cumplir con la normativa para el manejo de sustancias peligrosas, almacenamiento y disposición final, condición a cumplir antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la Autoridad Ambiental Competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Zonas donde se generan residuos y sustancias peligrosas. • Campamentos. • Beneficio y transformación de minerales. • Zona de mantenimiento de equipos y vehículos.							
IMPACTO AMBIENTAL	Contaminación de suelo, cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, Afectación a flora y fauna.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección	X	Mitigación		Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas donde se generen sustancias y residuos peligrosos.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Los residuos sólidos producidos en los campamentos pueden ser: Residuos sólidos ordinarios o domésticos, los cuales, desde el punto de vista físico, se clasifican en: Desechos de alimentos, papel y cartones, plásticos, textiles, caucho, madera, vidrio, metales y llantas. El otro tipo son los Residuos peligrosos: que son las grasas y lubricantes (semisólidos), filtros de combustibles, baterías de los vehículos empleados en la ejecución de la obra, residuos sólidos del beneficio y transformación.

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

- Reciclar y transportar los residuos hasta sitios de acopio más cercanos.
- Disponer de recipientes señalados para la separación en la fuente.
- Los residuos orgánicos podrán ser dispuestos en el Relleno Sanitario más cercano al área del proyecto, ser entregados para compostaje o ser utilizados como alimento de animales de la comunidad local.
- Se debe evitar la disposición de material sobrante en áreas de importancia ambiental como humedales o zonas de productividad agrícola.
- La correcta disposición de los residuos se inicia con un almacenamiento en la fuente de generación. Los residuos sólidos ordinarios se deben almacenar en recipientes de plástico reutilizables y bolsas plásticas desechables que facilitan la manipulación de los residuos.
- Para los residuos sólidos peligrosos la disposición final debe ser realizada por un gestor autorizado, sin embargo, se pueden almacenar por el generador por un tiempo no superior a 12 meses, tiempo que puede ser prolongado bajo debida autorización por parte de la autoridad competente. La autoridad ambiental competente puede informar sobre los gestores autorizados en la zona. Las áreas designadas para almacenamiento de sustancias y residuos sólidos ordinarios y especiales, deben ubicarse en lugares visibles y ser fácilmente identificables por las personas vinculadas al proyecto.
- El tiempo de almacenamiento debe ser tal, que los residuos –ya sean ordinarios o especiales– no presenten ningún tipo de descomposición.
- Se debe recuperar la mayor cantidad de residuos sólidos posible y disponer solamente lo que no es reutilizable.
- Realizar un manejo técnico de gases en las áreas de almacenamiento, para evitar acumulaciones que pongan en riesgo al personal del proyecto.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal con conocimiento y experiencia en manejo de residuos y sustancias peligrosas.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- 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 cianuro, donde se debe enfatizar en la importancia que tiene para el medio ambiente y para la salud de la población, el adecuado manejo de los residuos sólidos. Esta sensibilización debe minimizar la producción de residuos sólidos y optimizar la separación en la fuente, clasificación y almacenamiento.

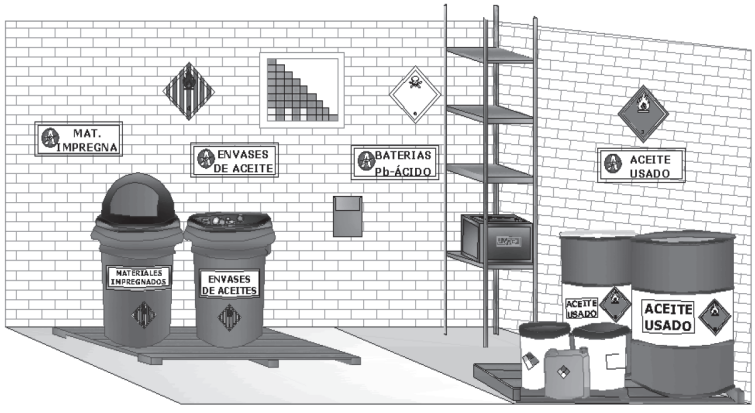
PROGRAMA DE MANEJO SUELOS

Ficha Masub 12. Manejo de sustancias y residuos peligrosos

- 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, a continuación se sugiere respecto al almacenamiento transitorio de residuos peligrosos y de canecas que contienen o contuvieron residuos peligrosos:
    - i. Ubicado en un sitio de fácil acceso para el transporte.
    - j. Proyectado con espacios amplios para permitir la movilidad y el acceso por varios costados en situaciones de emergencia, contar con espacios que permita la separación entre residuos peligrosos no compatibles, como muros o hacerlo en áreas separadas.
    - k. Construido con materiales no combustibles, piso impermeable para evitar la filtración hacia el suelo de contaminantes y resistente a las sustancias que se almacenan, libre de grietas que dificultan la limpieza y antideslizante y finalmente debidamente nivelado para evitar el estancamiento de aguas.
    - l. 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 no debe existir conexión a ningún tipo de sistema de alcantarillado.
    - m. Tener señalizados los equipos contra incendios, las salidas y recorridos de evacuación y la ubicación de los primeros auxilios.
    - n. 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.
    - o. Debe mantenerse registros de recepción, despacho e inspección de los residuos peligrosos ubicados en el área de almacenamiento temporal, en el cual se incluya como mínimo: nombre del generador, tipo de residuo, fecha de ingreso, volumen o peso del residuo y recomendaciones especiales de manejo.
    - p. El apilamiento de residuos peligrosos no debe superar los tres (3) metros de altura a menos que se utilice un sistema de estantería que evite la caída de las sustancias y se asegure su estabilidad.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental, por tanto se recomienda realizar seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar en campo el cumplimiento de la normativa para el manejo de sustancias peligrosas y almacenamiento. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS

Presentación monitoreo otros aeropuertos - EPAM 2012.

PROGRAMA MANEJO DE SUELO								
Ficha Masub 13. Manejo de residuos sólidos industriales - colas								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de la generación de residuos sólidos industriales – colas, minimizar la ocupación de área, la contaminación de corrientes superficiales de aguas, la degradación del paisaje y desestabilización del suelo.							
METAS	Disposición técnica de residuos sólidos industriales – colas neutralizados, en zonas seguras , condición a cumplir antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) por parte de la Autoridad Ambiental Competente.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	En el Beneficio, realizando los procesos de aislamiento del mineral mediante flotación, deshidratación, espesamiento, filtración, evaporación, lavado o floculación y en operaciones auxiliares.							
IMPACTO AMBIENTAL	• Contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneas. • Desprendimientos, deslizamientos y remociones en masa de las zonas de disposición de colas. • Degradación estética del paisaje. • Contaminación del suelo y la vegetación con lixiviados de los estériles.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zona de disposición de colas							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- En los casos que aplique, no cianurar arenas que hayan sido amalgamadas.
- Determinar los componentes químicos presentes en las colas o lodos (metales pesados, sustancias químicas adicionadas en los procesos, etc.).
- El tratamiento de colas se debe realizar en un sitio alejado de los cuerpos de aguas naturales y en estructuras especiales que eviten su infiltración al suelo y a aguas subterráneas.
- Implementar mecanismos de neutralización de la toxicidad de los químicos presentes en los lodos o colas en lugar de la extracción seguida del beneficio en superficie a fin de reducir los impactos ambientales.
- Las colas de sulfuro de más alto grado se pueden depositar por separado en ambientes de poco oxígeno para minimizar la oxidación.
- Los lodos densos no se deben disponer a la intemperie, ya que se podrán lixiviar a sustratos más profundos del suelo, o producir erosión con el viento o con el agua lluvia, que se depositan en cuerpos de aguas superficiales y subterráneas y por lo tanto ingresa en las cadenas alimenticias, se deben depositar de manera cerrada que evite fugas de sus lixiviados.
- El plan de manejo para las piscinas de colas, debe tener, el encapsulamiento de los desechos que generan ácidos con materiales que tengan potencial de neutralización.
- Se recomienda realizar un ciclo cerrado, el cual minimiza la contaminación de la fuentes de aguas superficiales, y optimiza y reduce las colas generadas en el proceso de beneficio.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal capacitado y con experiencia en manejo y conservación de suelos.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Canalizar.
- Utilizar materiales impermeables que eviten escapes en las lagunas, plataformas y estructuras de las tuberías y canales, por las cuales circulará el agua de las colas.

PROGRAMA MANEJO DE SUELO
Ficha Masub 13. Manejo de residuos sólidos industriales - colas
• Las piscinas de colas deben tener estructuras de rebose alto para evitar el desborde por lluvias y derrames de las sustancias almacenadas. Adicionalmente realizar adecuaciones de drenajes y trabajos de decantación para controlar la liberación de agua y los desprendimientos por exceso. En zonas donde exista actividad sísmica, se debe adoptar medidas de estabilidad.
SEGUIMIENTO Y MONITOREO
• Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda realizar seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar que las técnicas utilizadas para el manejo de colas minimicen la contaminación de corrientes superficiales de agua, la degradación estética del paisaje y la inestabilidad del suelo. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación. • Realizar un programas de análisis y creación de respuestas inmediatas frente a los riesgos que puede ocasionar una piscina de colas; así mismo un sistema de control y vigilancia durante y después del funcionamiento de la piscina de colas. • Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

PROGRAMA MANEJO DE SUELOS								
Ficha Masub 14. Manejo paisajístico								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de la degradación del paisaje por la actividad minera.							
METAS	Adecuar paisajísticamente las zonas mineras explotadas.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	• Perforación y voladura. • Remoción de estériles. • Extracción del mineral. • Patios de acopios. • Disposición de estériles. • Construcciones y maquinaria.							
IMPACTO AMBIENTAL	• Incremento de formas y procesos erosivos. • Contaminación de suelos. • Alteración de las propiedades físicas químicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneas. • Efecto visual negativo.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección	X	Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas intervenidas por la actividad minera							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- Implementar diseños y medidas de manejo productivo concordantes con la geomorfología y fisionomía del que es considerado como recurso visual y patrimonio colectivo. Para el manejo paisajístico se tendrán en cuenta los siguiente criterios:
- Armonizar el área de trabajo con el medio circundante.
- Las pilas de mineral y estériles se deben ubicar de tal forma que sean estructuras armonizadas al paisaje.
- Se deben establecer pantallas visuales que pueden ser de materiales estériles, de vegetación o mixtas.
- Al final de la actividad, la readecuación de los sitios usados debe realizarse de acuerdo con las formas del terreno y las pendientes de las laderas.
- La construcción de edificaciones que se vayan a realizar durante la ejecución del proyecto minero, deberá realizarse en diseños concordantes con las características propias del entorno, utilizando materiales y arquitectura poco contrastante con el entorno biofísico y cultural.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Persona con conocimientos y experiencia en suelos.

TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

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

Acciones para el modelado de las pilas de almacenamiento:

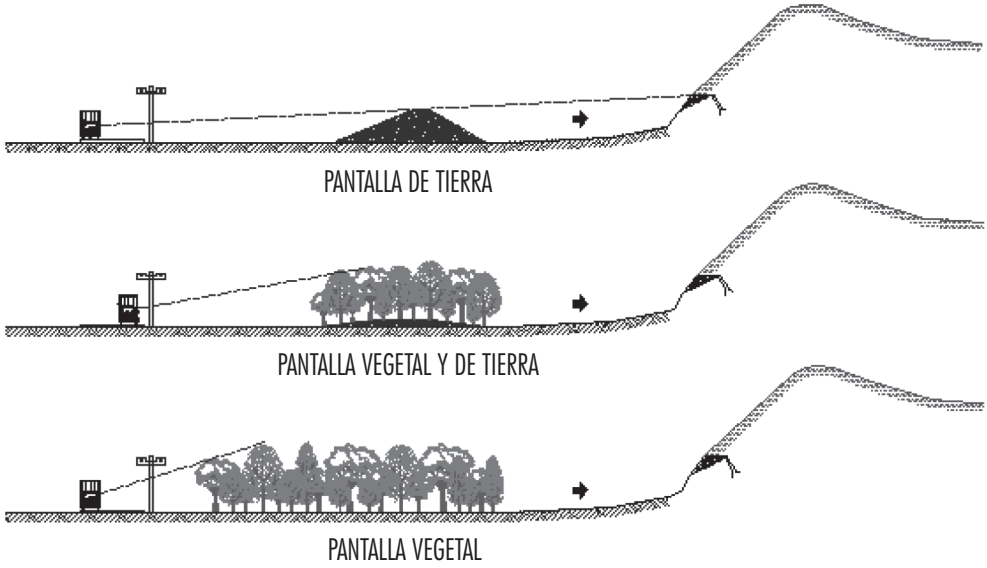
1. Es aconsejable darle a las pilas de almacenamiento una forma alargada y de poca altura.

2. La altura de las pilas de almacenamiento no deberá sobrepasar la cota altitudinal (altura) del entorno para que así no se destaque en la línea del horizonte y considerando la estabilidad de las mismas.

3. 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.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

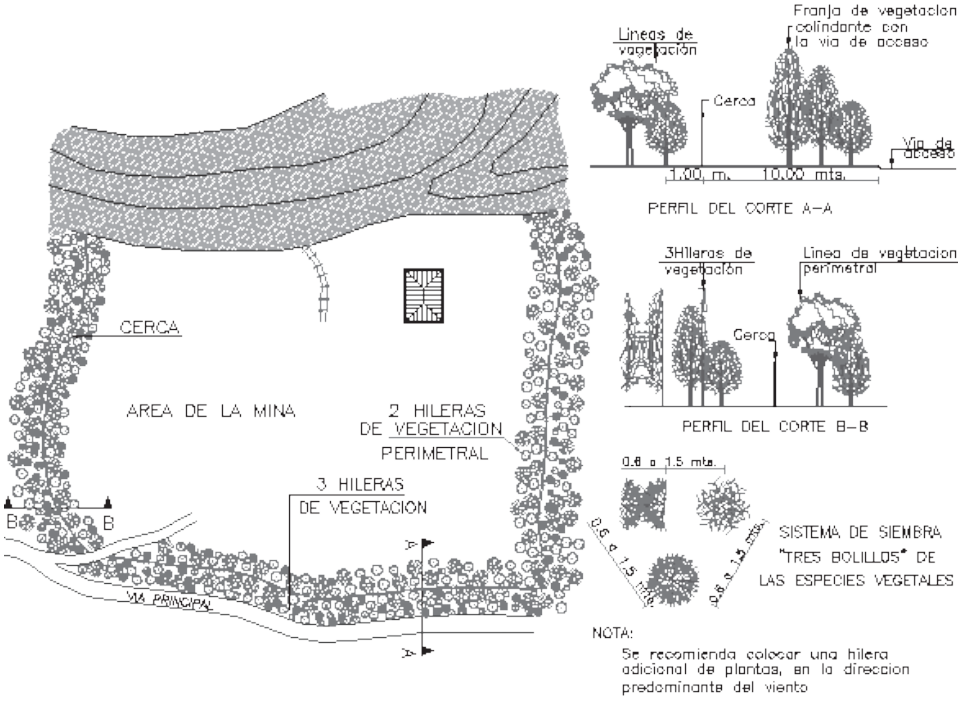
- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda realizar seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar en campo la efectividad de las prácticas de manejo paisajístico. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



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.

PROGRAMA MANEJO DE SUELOS								
Ficha Masub 15. Manejo de retrollenado								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de la intervención de zonas no mineras con estériles.							
METAS	Cumplir con las medidas técnicas, para realizar el retrollenado de zonas mineras explotadas en la medida que se desarrolle la explotación.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Extracción de estériles. Extracción de mineral.							
IMPACTO AMBIENTAL	Cambio de uso de suelo por disposición de estériles. Erosión, desestabilización de suelo, desplazamiento vertical. Aporte de sedimentos a las aguas superficiales.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección		Mitigación		Compensación	X
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas de extracción de material estéril y de mineral.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- En primer lugar, se debe realizar un diagnóstico rápido de la zona identificando lo siguiente: áreas inestables, áreas estables, tipos de erosión (laminar, cárcavas, desplomes), focos de regeneración espontánea, drenajes, terracetas naturales.
- Para el retrollenado con estériles se debe trabajar alturas de terrazas que no sobrepasen el nivel visual del paisaje, con el fin de garantizar su estabilidad y facilitar su 'revegetalización'; se debe disponer los estériles de tal manera que el perfil generado se ajuste a la morfología del terreno original.
- A partir de la flora caracterizada en las áreas de estudio, se formulan tratamientos de restauración en combinación con herramientas físicas y químicas con énfasis en especies nativas que aceleran el proceso, para garantizar tanto una cobertura significativa como la recuperación del hábitat en el mediano plazo.
- En la restauración de suelos se deben desarrollar métodos como el retrollenado de estériles, que son adecuados con la construcción de filtros, zanjas y canales de desvió, esta disposición se debe iniciar por el pie avanzando hacia arriba, dejando talud y bermas; cada talud se protege con vegetación para asegurar la resistencia a la erosión.

La implementación de estas áreas dentro de las zonas explotadas permiten emprender una restauración que, una vez iniciada artificialmente, se retroalimenta positivamente y por sí sola en un término indefinido de tiempo, aumentando espontáneamente la tasa de modificación y la estabilidad del medio físico con cada nueva etapa y asegurando la marcha del terreno hacia su eventual recuperación.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal capacitado y con experiencia en manejo y conservación de suelos.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- Se debe zonificar estas áreas con los siguientes procedimientos: cordones físicos de contención, barreras vegetales de contención de escorrentía, focos de expansión de la vegetación, focos de fertilización estratégica, implementación de estructuras artificiales de colonización.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda realizar seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar que el cumplimiento de los resultados de las obras físicas proyectadas. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Realizar seguimiento a todas las obras físicas para identificar sus resultados, ajustando y adecuando aquellas que no hayan funcionado.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

PROGRAMA MANEJO DE SUELOS								
Ficha Masub 16. Manejo de vías								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los impactos ambientales generados por el uso de vías y mantenimiento del buen estado de las vías.							
METAS	Que el 100% de las vías existentes utilizadas permanezcan en buenas e iguales condiciones a las preexistentes.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Transporte interno y externo.							
IMPACTO AMBIENTAL	• Deterioro de la calidad de aire por gases y material particulado. • Generación de ruido. • Afectación de la vegetación (el polvo cubre los estomas de las hojas). • Disminución de la calidad paisajista por disminución puntual de visibilidad.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección		Mitigación		Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Vías internas y externas							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- Cuando sea necesaria la adecuación de otros accesos, se tomarán las siguientes medidas:
  - Realizar las adecuaciones necesarias a los accesos existentes para evitar su deterioro.
  - Evitar al máximo el deterioro de estructuras comunitarias aledañas al proyecto.
  - Diseñar vías, sobre todo las vías externas, que le sirvan a la comunidad aledaña.
- Los estudios para el establecimiento de vías deben proveer herramientas para medir y cuantificar los recursos naturales existentes antes y después de la construcción.
- Se debe reducir el movimiento de tierra durante la construcción de las vías.
- Las zonas de cruce de las vías con cauces de aguas deben tener manejos especiales para evitar la interrupción del drenaje, su contaminación con grasas y la sedimentación por acción de las vías sin asfalto.
- El curso de los causes debe tener una zona de protección vegetal. No debe usarse como vía de acceso, sobre todo en lo referido a la explotación de materiales de construcción. Cuando se trate de construcción de vías con pendientes se deben seguir las curvas de nivel, siempre y cuando esta no implique grandes movimientos de tierra.
- Desactivar vías internas, no necesarias para el funcionamiento del proyecto ni para las comunidades aledañas, debe hacerse mezclando el suelo original con el que está presente para dar inicio a la revegetación por sucesión natural.
- 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.
- Manejo de la vegetación, suelo removido y de su disposición.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal capacitado y con experiencia en manejo ambiental y vías.

ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

- En sectores con altas precipitaciones es aconsejable proteger las vías con rellenos de material estéril firme, para evitar su erosión y la formación de cárcavas, que alterarán los sistemas de vegetación cercanos.
- Deben implementarse entonces drenajes y otras obras propias de la contención de la erosión y desestabilización de taludes. En terrenos con pendiente se deben adecuar barreras vivas y obras de contención.
- Las zonas de cruce de las vías con cauces de aguas es necesario la colocación de puentes provisionales o alcantarillas, así como la nivelación de la vía y la construcción de terraplenes; nunca se dejarán para después de la construcción del acceso.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda realizar seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar que para el trasporte de material se cumpla con los requisitos establecidos en la legislación, que regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción y demolición, y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. También se tendrá en cuenta la normativa para emisión de material particulado y gases. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Realizar inspecciones de campo para verificar el mantenimiento realizado a las vías internas y externas.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.

2.4 COMPONENTE FLORA Y FAUNA

PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA								
Ficha Masub 17. Manejo de flora y fauna								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los impactos ambientales que ocasiona la explotación minera sobre las comunidades de fauna silvestre flora.							
METAS	Rehabilitación de zonas intervenidas para el retorno de fauna y manejo de flora.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	• Manejos de Cuerpos de Agua. • Transporte de maquinaria y de vehículos. • Construcción y Montaje. • Perforación y Voladura. • Disposición de Estériles y Escombros. • Extracción de Minerales.							
IMPACTO AMBIENTAL	• Desplazamiento de fauna. • Cambios en la composición de la fauna silvestre y la flora. • Modificación de hábitats naturales. • Cambio en la cobertura vegetal. • Degradación de suelos.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Corrección		Mitigación	X	Compensación	X
LUGAR DE APLICACIÓN	En la zona de explotación y su área de influencia.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

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

- Reducir la intervención del bosque.
- Realizar podas en vez talas de árboles.
- Realizar revegetalización y reforestación de zonas intervenidas. La autoridad ambiental regional competente podrá sugerir especies para la rehabilitación de las zonas intervenidas para potencializar el retorno de fauna y manejo floral.
- Rescate de individuos vegetales (semillas y plántulas) y animales (aves, anfibios, reptiles y mamíferos) para la realización de los procesos de recuperación de la flora y fauna.
- Manejo de suelos con revegetalización con énfasis en especies nativas, tanto herbáceas, como arbustivas y arbóreas. Es importante considerar si existe establecido para la zona el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA), y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos en el instrumento establecido.
- Las charcas y pozos que quedan por un *pit*, deben retrollenarse y nivelarse para evitar la presencia de plagas.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

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

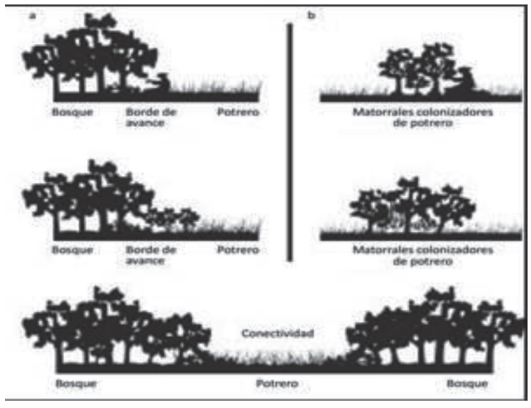
ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

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

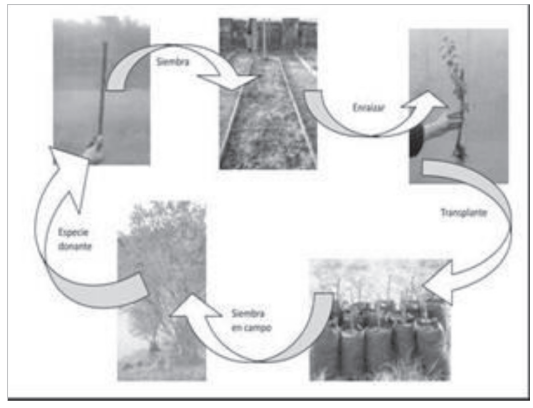
- Elaboración de la zonificación de las áreas de protección como bosques y refugios de fauna.
- Identificación de especies de flora y fauna propias del área de influencia del proyecto y las existentes en el área de explotación.
- Realizar una programa de educación ambiental, con respecto al conocimiento y la importancia de protección de la flora y la fauna.

PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA
Ficha Masub 17. Manejo de flora y fauna
SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental; por tanto, se recomienda realizar seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar la reducción de los impactos ambientales sobre las comunidades de fauna y flora. En caso de que la autoridad ambiental competente lo considere necesario, solicitará medidas adicionales de mitigación.
- Realizar seguimiento, a los procesos de protección y recuperación de hábitat de flora y fauna, terrestre y acuática.
- Efectuar el seguimiento a las acciones de manejo ambiental establecidas.
- Se recomienda que el minero tradicional en proceso de formalización lleve registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades que se realicen.



Utilización de bordes para ampliar fragmentos de bosque y lograr la conectividad entre fragmentos de bosque.



Secuencia de la propagación vegetativa.

Fuente: *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*, Orlando Vargas.

2.5 COMPONENTE SOCIAL

PROGRAMA SOCIAL								
Ficha Masub 18. Contratación mano de obra								
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la vinculación de las comunidades del lugar en las obras y actividades inherentes al desarrollo del proyecto.							
METAS	Contratación de personal calificado y no calificado local.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Relaciones del proyecto con la comunidad.							
IMPACTO AMBIENTAL	Vinculación de la comunidad y establecimiento de mecanismos de selección de personal.							
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Corrección		Mitigación	X	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de influencia del proyecto.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Entre otras medidas se plantean las siguientes opciones de manejo social, las cuales se adaptarán al tipo de minería, dimensión de los impactos y la sensibilidad socioambiental de la zona influenciada por la minería para alcanzar el objetivo y la meta:

- Determinación de las necesidades de mano de obra, con base en los requerimientos de cada actividad propia de la explotación minera.
- Divulgación de las necesidades de mano de obra que puedan ser cubiertas por personal de la zona.
- Se recomienda tratar el tema de contratación de personal, en reuniones con la comunidad y con sectores organizados de la misma (Juntas de Acción Comunal, Cooperativas y otro tipo de organización local comunitaria). También es recomendable asesorarse de las autoridades locales y de la personería municipal.
- Preferenciar la contratación de personal agremiado en grupos asociativos.
- La contratación de personal no calificado para la realización de las diversas labores de apoyo, debe darse prioritariamente con personal local.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal directivo y administrativo del proyecto.

TECNOLOGÍAS POR UTILIZAR

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

- Información a la comunidad sobre los requerimientos de mano de obra del proyecto y consultas con las comunidades representativas y autoridades locales sobre la disponibilidad de mano de obra.
- Utilización de mecanismos transparentes de contratación de personal, dando prelación a la población local y de la región.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Es conveniente tener en cuenta que es condición cumplir con las metas presentadas antes del establecimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de la autoridad ambiental, por tanto se recomienda realizar seguimiento y monitoreo de las acciones realizadas para verificar y dejar constancia del cumplimiento de las acciones de manejo de la contratación de mano de obra implementadas con énfasis en los acuerdos y consultas con la comunidad y las autoridades locales.
- Se recomienda que el minero tradicional lleve registro administrativo (actas de reunión y acuerdos, listados de asistencia,) y fotográfico de las actividades que se realicen.

3. Glosario

El siguiente glosario es una selección de términos tomados del TESAURO del Centro de Documentación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Aguas residuales mineras. Residuos líquidos provenientes de las actividades mineras caracterizadas porque contienen cianuros, mercurio, azufre y sedimentos provenientes de minería.

Aguas subterráneas. Aguas ocultas debajo de la superficie del suelo o del fondo marino que brotan o no en forma natural.

Aguas superficiales. Aquellas que existen sobre la superficie de la Tierra.

Aireación. Proceso mediante el cual el agua se pone en contacto interno con el aire para modificar las concentraciones volátiles contenidas en ella transfiriéndole oxígeno por medios naturales (flujo natural, cascadas) o artificiales (agitación mecánica o difusión de aire comprimido).

Autoridades ambientales. (Col.) Entes de carácter público creados por la ley y encargadas de administrar, en el área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por el desarrollo sostenible.

Biodegradabilidad. Capacidad de descomposición rápida, bajo condiciones naturales, de cualquier material orgánico o inorgánico. Es la característica de algunas sustancias químicas de poder ser utilizadas como sustrato por microorganismos, que las emplean para producir energía (por respiración celular) y crear otras sustancias como aminoácidos, nuevos tejidos y nuevos organismos.

Calidad del aire. Conjunto de características y condición de la concentración de los elementos que componen el aire y la atmósfera en general.

Cauces. Lecho de un cuerpo de agua. Conducto descubierto o acequia por donde corren las aguas para riegos u otros usos.

Cobertura vegetal. Porcentaje del suelo ocupado por una comunidad vegetal determinada. Área o porción de la superficie total que se encuentra bajo la proyección vertical de la vegetación. (Col.) En Colombia se diferencian 40 unidades, agrupadas en tres categorías principales: boscosas, no boscosas y agroecosistemas.

Contaminación. Alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza.

Contaminación del suelo. Alteración de la composición de la corteza terrestre por fertilizantes y biocidas.

Corrosivos. Elementos con acción caústica.

Cuencas hidrográficas. Recurso hídrico comprendido en un área física geográfica debidamente delimitada, en donde las aguas superficiales y subterráneas vierten a una red natural. Territorios bañados por un río y sus afluentes, así como el mismo curso fluvial. (Col.) Para efectos de planificación, ordenamiento y gestión ambiental la cuenca es una unidad de territorio donde las aguas fluyen naturalmente en un sistema interconectado y en el cual interactuan uno o varios elementos biofísicos, socioeconómicos y culturales.

Cuerpos de agua. Masa aislada y permanente de agua.

Degradación. Transformación química o biológica de un compuesto complejo, en otros más simples.

Deslizamientos. Proceso de remoción de suelos causado por el aumento del contenido de humedad y la presencia de capas impermeables que ayudan al resbalamiento del material y la desestabilización de vertientes.

Destrucción del paisaje. Daño grave a los elementos perceptibles del paisaje.

Desviación de cauces. Cambio en el patrón de drenaje de una corriente natural.

Deterioro del paisaje. Cambios negativos en el paisaje.

Deterioro del suelo. Cambio en detrimento de las condiciones óptimas del suelo generando empobrecimiento o cambio en alguna de sus propiedades que no permita su uso potencial.

Disposición final. Sistema mediante el cual se realiza la confinación y aislamiento de los residuos.

Drenaje. Extracción del agua superficial o subterránea de una zona determinada por medios naturales o artificiales.

Ecología. Ciencia que estudia los ecosistemas.

Ecosistemas. Unidad estructural, funcional y de organización, constituida por organismos (incluido el hombre) y variables ambientales (bióticas y abióticas) en un área determinada.

Emisiones atmosféricas. Descarga de sustancias o elementos al aire.

Erosión. Desgaste, deterioro o destrucción lenta producida por algún agente físico.

Escombros. Residuos sobrantes de la actividad de la construcción.

Escorrentía. Agua de lluvia que corre por la superficie de un terreno. Se conoce además como el agua que rebasa de su depósito, sea éste un cauce natural o artificial.

Evaporación. Conversión del agua líquida en vapor de agua.

Fauna. Todas las especies animales y sus contenidos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro tipo del componente de fauna de los ecosistemas.

Filtración. Proceso mediante el cual se pasa el agua por un medio poroso muy fino, que permite remover los sólidos muy pequeños que no fueron sedimentados.

Floculación. Tratamiento del agua mediante la acción de fuerzas físicas y químicas tales como: las cargas eléctricas de las partículas, la capacidad de intercambio, el pH, la temperatura del agua y la concentración de electrolitos.

Geotecnia. Parte de la Geología que estudia las propiedades de los suelos y de las rocas en función de proyectos de construcción.

Humedales. Bioma terrestre en el que abunda el agua salada, salobre o dulce, poco profunda y remansada. Es un ecosistema de gran diversidad. Son humedales las ciénagas, estuarios, marismas, marjales, pantanos y zonas costeras.

Impacto ambiental. Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o benéfico, como resultado en forma total o parcial de las actividades, productos o servicios de una organización.

Infiltración del agua. Movimiento del agua o gases procedentes de la atmósfera a través del suelo.

Límites permisibles. Niveles máximos o mínimos admitidos por la Ley y las normas para la presencia o concentración de sustancias o elementos de tal forma que no atenten contra la salud de las personas o el medio ambiente.

Límites permisibles. Niveles máximos o mínimos admitidos por la Ley y las normas para la presencia o concentración de sustancias o elementos de tal forma que no atenten contra la salud de las personas o el medio ambiente.

Litología. Parte de la mineralogía que trata las rocas. Es sinónimo de petrografía.

Lixiviados. Residuos líquidos provenientes de la descomposición de los residuos sólidos degradables.

Mitigación del impacto ambiental. Acciones tendientes a la reducción de la alteración, cambio o modificación del medio ambiente, provocada por las actividades humanas.

Monitoreo. Actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones continuas de un sitio y periodo determinados, con el objeto de identificar impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

Niveles de inmisión. Grado deseable de la calidad atmosférica.

Partículas en suspensión. Material particulado suspendido en el aire utilizado como indicador ambiental de la calidad del aire.

Reciclaje. Reaprovechamiento, en el proceso productivo, de materiales ya utilizados.

Reforestación. Restablecimiento de cobertura forestal, independientemente de las especies, métodos y fines con que se haga.

Remoción en masa. Desplazamiento hacia abajo de un volumen apreciable de terreno, bajo la influencia de la gravedad.

Revegetalización. Restablecimiento de la cobertura vegetal en la cual se emplean diversos biotipos, desde herbáceos y arbustivos hasta trepadores y árboles. Tecnología de restauración basada en la inducción sucesional y el manejo de factores bióticos y abióticos determinantes de la regeneración natural de la vegetación nativa.

Ruido. Alteración de la condición normal de las ondas sonoras, agente causante de impacto ambiental sobre el aire.

Sedimentación. Proceso que consiste en el asentamiento de materiales sólidos del suelo o subsuelo, transportados por el agua a las orillas.

Sismicidad. frecuencia de terremotos ocurridos en un área.

Sólidos suspendidos. Indicador obtenido de los sólidos que no pasan a través del medio filtrante en análisis de calidad de aguas.

Suelo. Capa superficial de espesor variable, no compactada, originada por la acción de la atmósfera, el agua y los procesos de desintegración orgánica. Es el sustrato sobre el que se desarrollan la mayoría de organismos que viven sobre o dentro de la litosfera.

Sustancias peligrosas. Todos aquellos compuestos o elementos que pueden resultar altamente nocivos para la salud humana, animal, o vegetal.

Sustancias químicas. Unión de elementos o compuestos químicos naturales o sintetizadas por el hombre.

Talud. Superficie inclinada de terreno en la base de un cerro o de una colina.

Toxicidad. Propiedad que tiene una sustancia, elemento o compuesto, de causar daños en la salud humana o la muerte de un organismo vivo.

Vertimientos. Cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua. Toda descarga líquida con contenido de materiales contaminantes.

Yacimientos. Lugares donde se halla naturalmente una roca, un mineral o un fósil.

El siguiente glosario es una selección de términos tomados literalmente del Decreto 2191 del 2003 por el cual se adopta el Glosario Técnico Minero.

A

Abandono (industria minera). Fase del Ciclo Minero durante la cual tiene lugar la disminución gradual de la producción, la elaboración del plan de cierre de la mina, el retiro de los equipos mineros, la disposición de activos y excedentes, el cierre y la restauración de las excavaciones mineras, y las actividades para la prevención y la mitigación de los impactos ambientales por el cierre de la operación.

Acuífero. 1. Formaciones rocosas que contienen agua en cantidades recuperables. 2. Zona terrestre con rocas permeables capaces de retener cantidades de agua que pueden ser explotables. Si su parte superficial está en contacto con la atmósfera, se denomina acuífero libre; si está cubierto por rocas impermeables y el agua retenida está a presión mayor que la atmosférica, se denomina acuífero confinado.

Adecuación ambiental. Acción de manejo o corrección destinada a hacer compatible una actividad, obra o proyecto con el ambiente, o para que no lo altere significativamente.

Afloramiento. 1. Lugar donde asoma a la superficie del terreno un mineral o una masa rocosa que se encuentra en el subsuelo. 2. Parte del estrato de roca, veta filón o capa que sobresale del terreno o se encuentra recubierta de depósitos superficiales. 3. Parte de una formación o una estructura geológica que se presenta en la superficie de la Tierra; también, el sustrato rocoso que está cubierto solamente por depósitos superficiales, tales como un aluvión.

Aglomeración. Término general que describe la tendencia de las grandes moléculas o las partículas coloidales a combinarse en masas, especialmente en solución. En el caso de minerales, consiste en la formación de terrones a partir del mineral fino mediante la acción de un aglomerante o por compactación.

Aglomerado (rocas sedimentarias) 1. Sedimento clástico psefítico formado en su mayor parte por clastos con diámetro mayor a 256 mm. 2. Roca sedimentaria compuesta de elementos minerales diversos. Se diferencia del conglomerado por la escasez de cementación. 3. Depósito piroclástico compuesto de bombas (material de diámetro mayor a 64 mm) que se solidifican principalmente durante el vuelo.

Agregación. Agrupar entidades de un conjunto para formar una sola entidad. Por ejemplo, cualquier atributo de datos es agrupado o resumido para dar estadísticas de una nueva unidad espacial.

Agregado (rocas sedimentarias). En las rocas sedimentarias, pequeña masa más o menos lobulada, formada por la coalescencia de pelotillas (pellets), de granos o de partículas.

Agregados. Son todos aquellos materiales líticos que debidamente fragmentados y clasificados sirven para incorporarse a un hormigón (llámese asfáltico o hidráulico) para efectos básicamente de llenante o para ocupar un volumen; además, tienen utilidad en otros usos ingenieriles debido a sus características físicas como en enrocado de presas, obras de protección de costas y márgenes de ríos y mares. Hacen parte de los agregados las arenas, las gravas y los triturados.

Agregados pétreos. Materiales de roca que debidamente fragmentados y clasificados, se emplean en la industria de la construcción para la parte estructural más comúnmente conocida como "obra negra"; hacen parte de este grupo gravas, arenas, triturados y agregados livianos del concreto.

Agua de drenaje de mina. Aguas que se bombean de los frentes de trabajo de minería, bien sea a cielo abierto o subterráneas.

Agua subterránea. El agua subterránea es el agua del subsuelo, que ocupa la zona saturada.

Aguas ácidas. Se forman por meteorización de minerales sulfurosos, simultáneamente a la acción catalizadora de bacterias.

Aguas minerales naturales. Son aguas de origen subterráneo, libre de contaminación bacteriológica, con mineralización mínima de 1 g de sólidos disueltos por kg de agua o 250 mg de CO_2 libre, con propiedades favorables para la salud (Comité Coordinador de la FAO/OMS).

Aguas residuales. Son las resultantes de actividades y procesos industriales, o de otro orden, que se vierten como efluentes.

Aguas residuales domésticas. Son las provenientes, principalmente, de viviendas, edificios comerciales, instituciones, etc. Pueden o no contener aguas subterráneas, superficiales o pluviales.

Aguas residuales industriales. 1. Aguas residuales derivadas de fuentes o procesos industriales. 2. Elemento, sustancia o compuesto en estado líquido proveniente de cualquier actividad que pueda afectar al recurso agua, al suelo o al subsuelo en condiciones naturales. Llamadas también Residuos Industriales Líquidos, Riles.

Alimentación (beneficio). Masa de roca o partículas minerales que son introducidas a una determinada planta de beneficio para someterla a un proceso determinado, por ejemplo, trituración (o chancado), flotación, entre otros. Como término sinónimo, se utiliza en algunas partes del proceso la palabra cabeza (head).

Aljibe. Excavación poco profunda, de gran diámetro, revestida y abierta en el fondo.

Almacén. Un lugar en superficie o subterráneo, donde se guardan suministros de uso en la operación minera.

Aluvial. Dícese de las formaciones geológicas resultantes de procesos de depósito de aluviones.

Aluvión. Depósitos dejados por las corrientes fluviales. Ocurren cuando la corriente pierde capacidad de carga de sedimentos y no los puede transportar y los deposita. Cubre todos los tamaños de grano. La acumulación puede ocurrir dentro o fuera del cauce.

Amalgama (beneficio). Una aleación o unión de mercurio con otro metal.

Amalgamación. Procedimiento de concentración en el que los metales nativos se separan de los minerales no metálicos de la ganga mediante un mojado selectivo de las superficies metálicas por el mercurio.

Ambiente. 1. Entorno en el que opera una organización, que incluye aire, suelo, agua, recursos naturales, seres humanos y su interrelación.

Análisis de laboratorio. Es el diagnóstico realizado por especialistas, con técnicas, instrumental y equipo de laboratorio, que se practica a muestras de un producto determinado (rocas, minerales y otros), para establecer su composición y propiedades.

Apertura de vías. Adecuamiento o construcción de infraestructura vial (carreteras o carreteables), para tener acceso al sitio donde se adelanta la explotación.

Área. Una figura cerrada (polígono). Un área homogénea limitada por uno o más arcos. Ejemplos de áreas son: departamentos, lagos, áreas de uso de la tierra, entre otros.

Arena (industria minera). Agregado fino natural, que incluye tamaños de grano de 1/16 a 64 mm (arenas y guijos, según la clasificación geológica de sedimentos por tamaño de grano). Los agregados finos naturales se diferencian de los agregados finos fabricados en que el material fabricado es triturado y tamizado para obtener los tamaños requeridos, mientras que el material natural solamente tiene que ser tamizado. Las arenas son usadas como agregados, principalmente en la industria de la construcción, en la obtención de concretos, para el relleno de estructuras en obras civiles y edificaciones, la construcción de vías y otros.

Arena (rocas sedimentarias). El término arena es un término textural y sirve para designar materiales o partículas, producto de la desintegración natural o artificial de rocas preexistentes cuyo tamaño oscila entre 0,0625 y 2 mm de diámetro.

Arena calcárea. Arena integrada principalmente por granos de material calcáreo.

Arena coralina. Arena compuesta por restos de corales.

Armonización. Proceso para facilitar la integración de partes de un mismo todo.

Asistencia técnica. Hace referencia a las entidades o personas particulares o gubernamentales que brindan conceptos técnicos a la unidad de explotación.

Atmósfera. Capa gaseosa homogénea que envuelve el globo terráqueo.

B

Bafle. Guía que se coloca en un horno, un contenedor, un tanque o un canal para mejorar la agitación o el movimiento de los sólidos.

Banco. 1. Escalón o unidad de explotación sobre la que se desarrolla el trabajo de extracción en las minas a cielo abierto. 2. Niveles en que se divide una explotación a cielo abierto para facilitar el trabajo de los equipos de perforación, cargue y transporte.

Banco aluvial. Acumulación inestable de material de gravas, cantos o arenas en el lecho menor de un río y transportado por este como carga de fondo. Se forman dentro del cauce o en posición lateral y son generalmente de forma alargada. Los bancos pueden o no ser temporales y móviles, lo cual depende del régimen hídrico del río y de la carga de sedimentos y emergen en épocas de aguas bajas y medias.

Banda transportadora. En minería, sistema de transporte de productos de la mina (mena, estéril, triturados, entre otros) y en algunas ocasiones personal, compuesto de una cabeza motriz que arrastra una cinta (banda de caucho, generalmente) sinfín cuyos desplazamientos superior e inferior son soportados por unos rodillos sobre una estructura metálica. En longitudes grandes se necesitan tambores que ejercen un estiramiento permanente para mantenerlas en la tensión necesaria.

Barequeo. El barequeo se entiende que es la actividad que se contrae al lavado de arenas por medios manuales sin ninguna ayuda de maquinaria o medios mecánicos y con el objeto de separar y recoger metales preciosos contenidos en dichas arenas. Igualmente es permitida la recolección de piedras preciosas y semipreciosas por medios similares.

Barómetro. Instrumento que se usa para medir la presión atmosférica. Entre los más utilizados se encuentran el barómetro aneroide y el barómetro de mercurio.

Basamento. 1. Masa de rocas formadas por material subyacente o más antiguo. 2. Nombre, por lo general, aplicado a las rocas ígneas o metamórficas que se encuentran debajo de una secuencia sedimentaria. 3. Rocas ígneas y metamórficas del precámbrico, que pueden estar cubiertas por rocas más

Batea. Recipiente de madera o metálico en forma cónica que se usa para lavar cascajo y arena, o muestras de roca molida, a fin de separar el oro (o materiales de densidades extremas) y otros metales preciosos.

Bateo. Operación manual de lavar las arenas superficiales de los lechos y playas de los ríos y corrientes de uso público y, en general, en otros terrenos aluviales para separar y recoger los metales preciosos que contienen. Se conoce también como barequeo, mazamorreo o lavadero de pobres. De acuerdo con el Código de Minas, el bateo es por naturaleza una actividad permitida como un medio popular de subsistencia de los habitantes de las regiones auríferas, el cual solo puede practicarse en las áreas que señale el Ministerio de Minas y Energía, y previa inscripción ante la correspondiente alcaldía.

Biodegradable. Material que puede ser descompuesto o sujeto a putrefacción por bacterias u otros agentes naturales.

Biodegradación. Destrucción de materiales orgánicos por microorganismos, suelos, aguas naturales o sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Bioestratigrafía. Es la rama de la estratigrafía que estudia la distribución de los fósiles en el registro estratigráfico y la clasificación de los cuerpos de roca, o material de roca, dentro de unidades bioestratigráficas con base en su contenido fósil.

Biomasa. Conjunto de sustancias orgánicas contenidas en todos los organismos vivos.

Biota. Conjunto de todos los seres vivos de un área determinada (animales, plantas, microorganismos).

Bloque (industria minera). Productos de explotación de una cantera. Son bloques de areniscas de gran tamaño utilizados para enchape y fachadas.

Bocamina. 1. La entrada a una mina, generalmente un túnel horizontal. 2. Sitio en superficie por donde se accede a un yacimiento mineral.

Bomba (equipos). 1. Máquina para evacuar agua u otro líquido, accionada eléctrica o neumáticamente. 2. Aparato mecánico utilizado para transferir líquidos o gases de un lugar a otro, por ejemplo, la bomba de Cornualles (tipo de bomba desarrollada en Cornualles (Inglaterra) utilizada en minas profundas del siglo XIX para elevar agua subterránea) o la bomba de trasiego. 3. Aparato mecánico para comprimir o atenuar gases.

C

Cal. Es el producto que se obtiene de la calcinación de la piedra caliza por debajo de la temperatura de descomposición del óxido de calcio. La caliza, al calentarla a 900°C, pierde el CO_2 y se convierte en cal viva. El CaO mezclado con agua forma el hidrato cálcico (Cal apagada - $Ca(OH)_2$), se hincha, produce mucho calor y se endurece o, como corrientemente se dice, fragua. La cal viva mezclada con agua forma el mortero corriente. La cal viva sometida al tratamiento con agua, se llama cal apagada (hidróxido de calcio).

Cal hidratada. Se conoce con el nombre comercial de cal hidratada a la especie química de hidróxido de calcio, la cual es una base fuerte formada por el metal calcio unido a dos grupos hidróxidos. El óxido de calcio al combinarse con el agua se transforma en hidróxido de calcio.

Cal hidráulica. Cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio, sílica (SiO_2) y alúmina $Al2O_3$) o mezclas sintéticas de composición similar. Tiene la propiedad de fraguar y endurecer incluso debajo del agua.

Cal viva. Material obtenido de la calcinación de la caliza que al desprender anhídrido carbónico, se transforma en óxido de calcio. La cal viva debe ser capaz de combinarse con el agua, para transformarse de óxido a hidróxido y una vez apagada (hidratada), se aplique en la construcción, principalmente en la elaboración del mortero de albañilería.

Campamento. En minería:1. Una colonia de mineros asentados temporalmente cerca de una mina o a un distrito minero. 2. Término impropiamente aplicado a cualquier pueblo minero. 3. Instalaciones donde pernocta el personal que labora en una mina.

Canal. Cauce natural o artificial a través del cual se produce en forma ocasional o continua el flujo de materiales, tales como, el agua, sedimentos, entre otros.

Canalón. Conducto o cuenca para transportar pulpa, agua o mineral en polvo bien molido. Son equipos de concentración muy simples, que datan de épocas antiquísimas. Constan de un canal inclinado, de fondo plano, sobre el cual van rifles o barras fijados transversalmente a la corriente. Su tamaño varía entre 0,3 y 0,6 m de ancho y su largo entre 10 y 30 m. El ancho puede ser mayor a un metro si el canal está bien nivelado. Su principio de operación se basa en la creación, por medio de los rifles, de un asentamiento obstaculizado por la turbulencia en la pulpa. Existe una gran variedad de barras y de cubiertas de fondo del canal que afectan de algún modo la recuperación de partículas de oro fino y minerales pesados.

Cantera. Se entiende por cantera el sistema de explotación a cielo abierto para extraer de él rocas o minerales no disgregados, utilizados como material de construcción.

Caño. Pequeña corriente que suele formarse cuando un río desborda hacia una ciénaga y que construye su cauce por acumulación de sedimentos dentro de esta. El agua con sedimentos del caño puede tener doble sentido de circulación: en aguas altas fluyen del río a las ciénagas, y en aguas bajas de la ciénaga al río y regula así los caudales.

Capacidad (industria minera). Aplicado a minas, plantas de beneficio y fundiciones, es la máxima cantidad de producto que puede producirse por unidad de tiempo, durante una operación normal. Determinada según las características físicas de los equipos, el recurso humano, los materiales, el mantenimiento de equipos y el tipo de energía utilizada.

Capacidad minera instalada. Es la máxima cantidad de producción que una mina ha sido diseñada para producir.

Carbón. Roca sedimentaria, de color negro a negro pardo, de fácil combustión, que contiene más del 50% en peso y más del 70% en volumen de material carbonoso incluida la humedad inherente. Formada a partir de la compactación y el endurecimiento por calor y presión, de restos de plantas químicamente alteradas y carbonizadas, durante el tiempo geológico. Las diferencias en los materiales de las plantas (tipo), el grado de metamorfismo (rango) y la cantidad de impurezas (grado) son características del carbón y se usan en su clasificación. En general, su principal uso es en la producción de energía, pero el carbón también tiene aplicaciones industriales: es usado en calderas en la fabricación del cemento, papel, ladrillos, cerámica, vidrio, caucho; industria metalúrgica; ingenios de azúcar, entre otros, y como materia prima para la fabricación de pilas, lámparas de arco, aparatos eléctricos y carbón activado.

Cárcava. Se denomina cárcava al estado más avanzado de la erosión en surcos. Agrietamiento producido por la erosión de las lluvias en las laderas arcillosas.

Cargue. Es una operación que se realiza después del arranque y que consiste en colocar el material en un medio de transporte, ya sea manual o mecánico.

Catalizador. Una sustancia que ayuda o promueve una reacción química sin formar parte del producto final. Hace que la reacción tenga lugar más rápidamente o a menor temperatura, y permanece sin cambio al final de la reacción. En procesos industriales, sin embargo, el catalizador debe ser cambiado periódicamente para mantener una producción económica.

Cauce. Canal por donde normalmente discurren las aguas de un río. El cauce es continuamente modificado por el caudal, la velocidad, la pendiente, la carga de sedimentos y el nivel de base local del río.

Cauce colmatado. Aquel cauce de río en el cual los sedimentos han reducido la sección hidráulica, y que le impide desalojar aguas correspondientes a crecidas extremas con período de retorno de diez años.

Cauce mayor. Espacio ocupado o que ha sido ocupado por las aguas altas de una corriente fluvial. Es inundable periódicamente o alcanzado únicamente por crecidas excepcionales. Incluye el cauce menor, los diques, las cubetas de inundación y los lechos de divagación. Es posible asimilarlo a la llanura de inundación ordinaria.

Cauce menor. Canal ocupado por las aguas correspondientes a los mínimos caudales de estiaje. Se encuentra delimitado por las orillas e incluye los bancos aluviales activos cuyo material se desplaza durante las crecidas.

Celda de flotación. Equipo en donde se efectúa el proceso de separación o concentración de minerales y que consta de un tanque y un agitador especial. El agitador está montado en un eje hueco para permitir el ingreso del aire.

Chimenea. 1. Una entrada vertical a una mina hecha hacia abajo desde la superficie. 2. Excavación vertical o inclinada que desemboca directamente en la superficie y está destinada a la extracción del mineral, al descenso y al ascenso del mineral y los materiales. En la chimenea van canalizados los cables eléctricos, las tuberías de conducción de agua y aire comprimido; a través de la chimenea se efectúa la ventilación de todas las labores subterráneas.

Cianuración. Método para extraer oro o plata a partir de un mineral triturado o molido, mediante disolución en una solución de cianuro de sodio o potasio.

Cianuro de sodio. Compuesto químico ampliamente usado en las plantas de tratamiento de minerales de oro para disolver oro y plata.

Cierre. 1. Terminación de actividades mineras o desmantelamiento del proyecto originado en renuncia total, caducidad o e xtinción de los derechos del titular minero. Es la última etapa del desarrollo de una mina y se presenta cuando los márgenes de rentabilidad no son los adecuados por los bajos tenores o agotamiento de las reservas que no la hacen competitiva con otras minas. 2. Acto de cerrar cualquier labor minera, generalmente subterránea, cuando finalizan las labores extractivas, a fin de evitar riesgos de accidentes y facilitar la recuperación de los terrenos.

Clarificación. Proceso de clarificar el agua sucia con la remoción de los materiales suspendidos.

Clarificador (hidrología). Un tanque, cubeta o cuenca en los que se mantiene por un período de tiempo agua de desecho; durante este tiempo los sólidos más pesados se asientan en el fondo y el material más liviano flota hacia la superficie del agua.

Clarificador (industria minera). Tanque de sedimentación, centrífuga u otro equipo utilizado para separar la materia sólida suspendida a partir de un líquido.

Clasificación (beneficio). Operación de separación de los componentes de una mezcla de partículas de minerales en dos o más fracciones de acuerdo con su tamaño, forma y densidad. Cuando se realiza en medio húmedo, la operación también depende de las propiedades del fluido en el que se encuentran las partículas, y de las características reológicas de la pulpa.

Clausura. Acto de cerrar cualquier labor minera, generalmente subterránea, cuando finalizan las labores extractivas, a fin de evitar riesgos de accidentes y facilitar la recuperación de terrenos.

Colas. Material resultante de procesos de lixiviación y concentración de minerales que contiene muy poco metal valioso. Pueden ser nuevamente tratadas o desechadas.

Colector. Compuesto orgánico utilizado en la flotación de minerales, el cual se adsorbe sobre las partículas y las hace hidrofóbicas.

Colmatación. Relleno de una depresión con depósitos limosos. Por extensión, relleno de las fisuras de una roca compacta por depósitos finos.

Coluvión. Acumulación suelta e incoherente de fragmentos en los pies de las pendientes. El transporte de los fragmentos es gobernado por la gravedad.

Compactación (geomorfología). En geomorfología, atenuación e incluso pérdida de las propiedades físicas de macro y microporosidad del suelo, con la consecuente disminución del volumen, la permeabilidad y la aireación, aumento de la densidad, alteración de la estructura y limitaciones para el desarrollo de las raíces. Las principales causas de la compactación son las prácticas agrícolas inapropiadas, la deforestación, la pérdida de la cobertura vegetal y la materia orgánica, el sobrepastoreo y la mecanización excesiva.

Compactación (rocas sedimentarias). En petrología, fase de la diagénesis de una roca que consiste en la pérdida de volumen del sedimento, debido a la carga suprayacente y a la reordenación de los granos. La consolidación es la adquisición de competencia estructural por parte de un sedimento debido a la reducción en volumen por en-

durecimiento, cementación, entre otros. Para algunos es equivalente a litificación, pero no es lo mismo. La compactación se mide en las arenas por la porosidad y en arcillas por el contenido en agua. Los factores que controlan la compactación son: La selección; la composición; la presión vertical de carga con el enterramiento; el tiempo y la temperatura. La compactación puede ser química (sobre todo por presión-disolución) o mecánica (rotura, deformación de granos).

Compensación (impacto ambiental). Actividad para neutralizar determinados impactos ambientales y restablecer de la manera más óptima las condiciones iniciales.

Compostación. Proceso mediante el cual los residuos o basuras de origen orgánico son reducidas a través de una acción bacteriológica a un material denominado compost, que es utilizado para mejorar los suelos con actividades agrícolas. La compostación es la manera más común de procesamiento de los residuos orgánicos urbanos.

Concentración gravimétrica. Método de concentración que aprovecha la diferencia en el peso específico entre los minerales a separar.

Concentración mecánica. Tratamiento del mineral bruto por procedimientos físicos que aumentan su riqueza al eliminar una parte mayor o menor del material estéril, tales como: Lavado, clasificación, trituración, molienda, dimensionado y pulido de rocas.

Concentrado. Es el producto enriquecido de las operaciones de concentración de minerales.

Concentrado *bulk*. Concentrado que contiene más de un metal con valor comercial.

Concentrador (industria minera). 1. Planta donde la mena es separada en "material de valor" (concentrados) y "material de desecho" (colas). 2. Un aparato de la planta de concentración, como las celdas de flotación, *jigs*, electromagnetos, mesa vibratoria, entre otros. 3. Aparato en el que, mediante aire, agua o gravedad, se lleva a cabo la concentración mecánica de una mena.

Conglomerado. Roca sedimentaria compuesta por fragmentos redondeados de tamaño grava, comprendido entre 2 - 76 mm.

Contaminación. 1. Cualquier alteración física, química o biológica del aire, el agua o la tierra que produce daños a los organismos vivos. 2. Descarga artificial de sustancias o energía en una concentración tal que produce efectos perjudiciales sobre el medio, incluido el hombre. Puede tener origen natural, pero, por lo general, es antrópico. Como producto de la actividad agrícola se puede presentar como residuos de pesticidas o sus metabolitos o acumulación de fertilizantes. Otras actividades industriales y urbanas promueven la acumulación de metales pesados, residuos radiactivos y de hidrocarburos. Su presencia en el suelo implica la probabilidad de ser fijados por las plantas y de penetrar la cadena trófica, hasta llegar al hombre.

Contaminación ambiental. Acción que resulta de la introducción por el hombre, directa o indirectamente, en el medio ambiente, de contaminantes, que tanto por su concentración, al superar los niveles máximos permisibles establecidos, como por el tiempo de permanencia, hagan que el medio receptor adquiera características diferentes a las originales, perjudiciales o nocivas a la naturaleza, a la salud y a la propiedad.

Control de aguas o desagüe (industria minera). En minería, se refiere a las acciones y obras para la evacuación de aguas de desecho, como sistemas técnicos para la evacuación de aguas en forma de cunetas, estaciones de bombeo, entre otros.

Control de polvos. Conjunto de medidas adecuadas para mantener las emanaciones de polvo respirable, dentro de la norma vigente, tanto dentro del área de trabajo del tajo abierto o cantera, como en el ambiente circundante.

Convertidor. Horno metalúrgico en el cual se realiza la refinación de un metal fundido (generalmente hierro o cobre) mediante la aplicación de alta temperatura, aire enriquecido con oxígeno y algunas veces,

Cortes. Fragmentos de piedra provenientes del corte con herramientas de diamante para perforación en un agujero abierto en la roca; a veces son usados para análisis.

Cribado. Es una operación de clasificación que permite hacer una separación por tamaños de un mineral mediante una criba, la cual deja pasar los granos de dimensiones inferiores a su abertura, mientras los granos de dimensiones superiores son retenidos y evacuados separadamente.

Curva de nivel. Línea imaginaria dibujada sobre un mapa, que une todos los puntos de un terreno que tienen la misma elevación sobre el nivel del mar.

D

Datos geográficos. Localizaciones y descripciones de elementos geográficos que normalmente se refieren a datos relacionados con la Tierra.

Decantación. Separación espontánea de un elemento sólido de otro líquido, por efecto de la fuerza de gravedad. Este proceso se puede acelerar por medio de la centrifugación.

Desarrollo minero. Fase del ciclo minero que empieza desde la confirmación de la existencia de los depósitos minerales hasta el comienzo de su explotación. Comprende el conjunto de actividades que permiten el acceso al yacimiento y el establecimiento de la infraestructura del proyecto para asegurar la rentabilidad de la mina, en concordancia con la legislación vigente. Incluye la adquisición de derechos y permisos para iniciar la explotación, el diseño detallado y la construcción de las obras de infraestructura, el diseño y el planeamiento detallado de la explotación, la selección de zonas para botaderos y manejo de estériles, la compra de equipos y materiales, la preparación de presupuestos y la financiación del proyecto, entre otros. Su duración varía de acuerdo con las características y el tamaño del proyecto, desde varios meses a 2 o 3 años. El objetivo principal del desarrollo es llevar la mina hasta el nivel máximo de operación con el mínimo de inversión.

Descapote. En minería a cielo abierto, etapa en la cual se remueve la capa vegetal, el suelo o el "estéril" (mineral o roca que no representa beneficio económico para la empresa minera) que cubre un yacimiento, para dejar descubierto el mineral de interés económico. Operación que se realiza durante la fase de preparación. El material del descapote debe ser dispuesto adecuadamente para su posterior reutilización en procesos de restauración o recuperación ambiental.

Desecho (impacto ambiental). Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales o basuras procedentes de las actividades humanas o bien producto que no cumple especificaciones.

Deslizamiento. Es un movimiento abrupto del suelo y las rocas subyacentes en una ladera muy pendiente en respuesta a la fuerza de gravedad. Los deslizamientos pueden ser ocasionados por un terremoto u otro fenómeno natural.

Diagrama de operaciones (beneficio). (Diagrama de flujo). Es una representación gráfica de la secuencia de operaciones realizadas durante el procesamiento.

Dique. Cuerpo tabular de roca ígnea intrusiva, relativamente largo y delgado, que rellena una fisura o una fractura profunda en rocas más antiguas, y las corta discordantemente (que corta a la estratificación de las capas). A veces pueden aparecer varios diques dispuestos paralelamente entre sí. Cuando son afectados por erosión pueden dar lugar a relieves descalzados, al ser los materiales del dique más resistentes que los circundantes, o formar una depresión en forma de fosa en el caso contrario.

Dique aluvial. Acumulación dominantemente de composición arenosa en forma de camellón o albardón alargado, convexo, que bordea de manera relativamente continua las orillas de un río. Se origina en zonas con bajas pendientes por la sedimentación durante el desbordamiento del río por exceso de carga de la corriente. El dique contiene al caudal del río y si lo sobrepasa se desarrolla una inundación. El ancho del dique se relaciona directamente con la magnitud del río.

Dragar. Consiste en la excavación bajo el agua de un depósito aluvial grande en extensión y espesor. Puede ser una corriente activa o extinta del lecho del río.

Dreanaje ácido de mina (geoquímica). Un DAM es un agua de pH bajo, enriquecida en sulfatos y con grandes concentraciones de acidez. La acidez de los DAM es producida por oxidación e hidrólisis de minerales de sulfuros y está representada por acidez mineral (hierro, aluminio, manganeso y otros metales, que depende de la geología del depósito) y acidez del ion hidrógeno.

Drenaje natural. Vías naturales que toman los cuerpos de agua superficiales acorde con la topografía del terreno.

Dureza. 1. Resistencia que ofrece un material a ser rayado. Actualmente se mide por la resistencia que opone a la penetración de una punta de diamante. 2. Resistencia de un mineral a la destrucción mecánica de su estructura. En la práctica, se dice que un mineral es más duro que otro si raya a este último. Esta resistencia depende de la dirección por la que discurra la raya, ya que es una propiedad muy relacionada con la estructura. Generalmente los minerales presentan un intervalo de dureza que incluye todas las posibilidades en cuanto a la orientación de la raya. Las durezas están clasificadas con respecto a las propias de 10 minerales patrones o escala de Mohs, existen otras escalas de dureza usadas en metalografía y en otras áreas, pero que raramente se emplean en mineralogía (Vickers, Rosiwal, Knoop, Brinell, Rockwell). Para realizar la medida de dureza se utiliza un dispositivo denominado esclerómetro. La dureza es una propiedad importante cuando se trata de piedras preciosas (gemas), puesto que una de las características que han de poseer las gemas es la de mostrar una dureza mayor o igual que 7, en la Escala de Mohs.

E

Efluente. Vertido sólido o líquido producido sobre una masa de agua, constituido por sustancias o productos perjudiciales para el medio ambiente.

Efluente industrial. Residuos provenientes de la industria. Pueden ser clasificados ampliamente de acuerdo con sus propiedades físicas y químicas, por su comportamiento en las aguas receptoras y en la forma como estos afectan el medio ambiente acuático, generalmente contienen sustancias orgánicas disueltas que incluyen tóxicos, materiales biodegradables y persistentes, sustancias inorgánicas disueltas que incluyen nutrientes, sustancias orgánicas insolubles y solubles.

Emplazamiento. 1. Intrusión de magma (roca fundida) dentro de una roca preexistente. 2. Cuerpo de rocas ígneas de poca profundidad que rellena las grietas u oquedades dentro de las rocas preexistentes. 3. Desarrollo de depósitos minerales en sitios particulares.

Enfermedad profesional. Todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga a un trabajador como con secuencia obligada y directa de la clase de trabajo o del medio en que se ha visto obligado a laborar, y que haya sido determinada como Enfermedad Profesional por el Gobierno Nacional. En minería, los riesgos causales de enfermedades profesionales se deben en la mayoría de los casos al manejo inadecuado de los desagües, exposición de material particulado (polvo, gases), pisos planos inclinados y a la falta de buena ventilación.

Enmascarar. Exclusión de parte de una imagen o un mapa como resultado de un proceso previo.

Ensanche (minería subterránea). Ampliación de la sección de una labor minera (galerías, tambores, diagonales u otros).

Entibado (minería subterránea). 1. Acciones y dispositivos aislados o estructuras de cualquier naturaleza que sirven para mantener abiertos los espacios de la mina con una sección suficiente para la circulación del personal, del aire y el tráfico de equipos. La fortificación, además, tiene por finalidad impedir el derrumbe de los techos, mantener la cohesión de los terrenos y evitar la caída de trozos de roca de cualquier dimensión. 2. Se refiere al uso estructural de ciertos elementos para controlar la deformación o la caída de la roca de techo en las labores subterráneas.

Entibar (minería subterránea). Apuntalar o fijar las labores mineras (galerías, tambores, diagonales, entre otros) que se van abriendo.

Erosión. 1. Fenómeno de descomposición y desintegración de materiales de la corteza terrestre por acciones mecánicas o químicas. 2. Pérdida física de suelo transportado por el agua o por el viento, causada principalmente por deforestación, laboreo del suelo en zonas no adecuadas, en momentos no oportunos, con las herramientas impropias o utilizadas en exceso, especialmente en zonas de ladera, con impactos adversos tan importantes sobre el recurso como la pérdida de la capa o del horizonte superfici al con sus contenidos y calidades de materiales orgánicos, fuente de nutrientes y cementantes que mantienen una buena estructura y, por tanto, un buen paso del agua y el aire. En la minería la erosión hídrica es la más importante y puede ser laminar, en regueros o surcos y en barrancos o cárcavas. 3. Conjunto de procesos externos (exógenos) que mediante acciones físicas y químicas (como agua, hielo, viento), degradan las formas creadas por los procesos endógenos.

Escombrera. 1. Depósito donde se disponen de manera ordenada los materiales o residuos no aprovechables (estériles) procedentes de las labores de extracción minera. 2. Lugar seleccionado para depositar la capa vegetal, estériles y otros desechos sólidos provenientes de la explotación o el beneficio de los minerales.

Escombros (industria minera). 1. Material o roca que fueron rotos mediante la voladura. 2. Material de suelo, arena, arcilla o limo, inconsolidados, encontrados como material de recubrimiento en las operaciones de minería a cielo abierto. 3. Material estéril producido en una mina.

Especie endémica. Se denomina especie endémica a aquella planta o animal cuya área de distribución es menor de 50.000 km^2, y que por razones de hábitat u otras, no le es posible crecer en ningún otro lugar.

Especie nativa. 1. Especie originaria de un país o un área determinada. 2. Son todas las especies de plantas y animales que habitan naturalmente en el territorio nacional y que lo han hecho en el transcurso de la historia geológica.

Especies amenazadas. Son especies o subespecies de fauna y de flora, o sus poblaciones, con probabilidades de convertirse en especies en peligro de extinción en el futuro previsible, en todas o parte de sus áreas de distribución, si los factores que causan su disminución numérica o la degradación de sus hábitat, continúan presentándose; o que son raras porque se encuentran generalmente localizadas en áreas o hábitat geográficamente limitados, o muy diseminadas en áreas de distribución más extensas y están en posibilidades reales o potenciales de verse sujetas a una disminución y posible peligro de extinción o a la extinción de la misma.

Espesador. Tanque o aparato utilizado para reducir la proporción de agua contenida en una pulpa, mediante sedimentación. Usado en una etapa de las operaciones del molino para separar los sólidos de los líquidos. Generalmente, es un tanque redondo, grande y bajo, en el que el fluido claro rebosa y es reconducido para su tratamiento, mientras que las partículas sólidas se hunden hacia el fondo y son enviadas a la laguna de colas.

Espesamiento. Procedimiento de eliminación del agua presente en una pulpa mediante el asentamiento de las partículas sólidas y decantación del líquido, en tanques cilíndricos especiales denominados espesadores.

Espesor. Ancho o grosor de una veta, estrato u otros; medido perpendicularmente o normal al buzamiento y el rumbo. El espesor real es siempre el ancho de la veta, estrato u otro, en su punto más delgado. El espesor real de una veta muestreada puede hallarse según la fórmula $e = h \times \text{sen}\alpha$, donde h = espesor horizontal, e = espesor real, y α = ángulo de buzamiento. En esta fórmula, el ángulo "α" se sabe por mediciones previas, y el ancho horizontal puede medirse con un nivel. Es importante que el ancho horizontal sea medido a ángulo recto con respecto al rumbo.

Esponjamiento. Aumento del volumen de la roca después de volada, en comparación con su volumen *in situ*.

Espumante. Reactivo orgánico agregado a la pulpa durante la flotación de minerales, cuya función es promover la formación de una espuma estable que luego es removida conjuntamente con las partículas flotadas adheridas a las burbujas.

Estabilidad (geotecnia). Resistencia de una estructura, un talud o un muro de contención, a la falla por deslizamiento o colapso bajo condiciones normales, para las que fue diseñado.

Estabilidad del talud. 1. Es la resistencia de cualquier superficie inclinada, como las paredes de una mina a cielo abierto o los cortes de taludes, a fallar. 2. Es la resistencia de una pendiente natural o artificial, o cualquiera otra superficie inclinada a fallar.

Estabilidad química de un explosivo. Característica de un explosivo. Aptitud que posee un explosivo para mantenerse químicamente inalterado durante un tiempo relativamente corto. Las pérdidas de estas aptitudes se suelen dar por relativamente largos almacenamientos en lugares con poca ventilación.

Estabilización de taludes. 1. Medidas de precaución y obras correctoras que se le hacen a los taludes que están o fueron explotados

en operaciones mineras a cielo abierto, para evitar deslizamientos o caídas de piedras, o que los taludes se derrumben, y al mismo tiempo dejar estructuras que permitan la siembra y la plantación; las obras que se usan son, por ejemplo, muros de contención, gaviones.

Estéril. 1. Se dice de la roca o del material de vena que prácticamente no contiene minerales de valor recuperables, que acompañan a los minerales de valor y que es necesario remover durante la operación minera para extraer el mineral útil. 2. En carbones, del estrato sin carbón, o que contiene mantos de carbón muy delgados para ser minados. 3. En depósitos minerales lixiviados, se dice de una solución de la cual los minerales de valor disueltos han sido removidos por precipitación, intercambio de iones, o por extracción por solventes. 4. Escombros que se forman cuando se explotan las minas. En las explotaciones mineras se utiliza el mineral aprovechable, pero el resto del material que acompaña al mineral y no es útil (ganga) se deja acumulado cerca de las galerías o explotaciones mineras en forma de derrubios. 5. Material sin valor económico que cubre o es adyacente a un depósito de mineral y que debe ser removido antes de extraer el mineral.

Estratificación. 1. Estructuración o arreglo en capas de una roca determinada. 2. Proceso de arreglo de las rocas sedimentarias, originado por algún cambio en la naturaleza de los materiales que están siendo depositados o en las condiciones del ambiente de sedimentación.

Estratigrafía. Es la descripción de todos los cuerpos de roca que conforman la corteza terrestre y su organización en unidades mapeables, distintivas y útiles, con base en sus atributos o propiedades inherentes, para establecer su distribución y relaciones espaciales, y su sucesión temporal, y para interpretar la historia geológica.

Estrato. Capa de roca caracterizada por sus propiedades litológicas particulares y los atributos que la distinguen de las capas adyacentes.

Estudios de línea base. Programa de mediciones destinadas a establecer una descripción válida de las condiciones ambientales importantes para la toma de decisiones sobre la actividad, antes del desarrollo del programa o proyecto propuesto, por ejemplo, análisis de calidad del agua, estudios geológicos, fauna, vegetación, estudios socioeconómicos.

Estudios geológicos. Recopilación de información geológica de un área o una región, con un objetivo primordial (minería, exploración minera, obras civiles, entre otros). Un estudio geológico provee información sobre litología, estructuras, ocurrencias minerales, entre otros. Un estudio geológico puede ser general o detallado, por ejemplo, en el caso de túneles para obras civiles, un estudio geológico suministra información de la zona a perforar metro a metro, con detalles de la estructura, permeabilidad, niveles freáticos, dureza de las distintas unidades rocosas y otr os, para contar con la solución a los problemas que se van a encontrar antes de que la perforación alcance las zonas donde existan estos posibles problemas, para salvar de esta manera tiempo, dinero y hasta vidas humanas.

Excavación. 1. Proceso de remoción de material de suelo o roca de un lugar y transportarlo a otro. La excavación incluye operaciones de profundización, voladura, ruptura, cargue y transporte; en superficie o bajo tierra. 2. Pozo, fosa, hoyo o cualquier corte resultante de una excavación.

Exploración. Búsqueda de depósitos minerales mediante labores realizadas para proporcionar o establecer presencia, cantidad y calidad de un depósito mineral en un área específica. La exploración regional es la etapa primaria de un proyecto de exploración encaminada a la delimitación inicial de un depósito mineral identificado en la etapa de prospección, con evaluación preliminar de la cantidad y la calidad. Su objetivo es establecer las principales características geológicas del depósito y proporcionar una indicación razonable de su continuidad y una primera evaluación de sus dimensiones, su configuración, su estructura y su contenido; el grado de exactitud deberá ser suficiente para decidir si se justifican posteriores estudios de prefactibilidad minera y una exploración detallada. La exploración detallada comprende el conjunto de actividades geológicas destinadas a conocer tamaño, forma, posición, características mineralógicas, cantidad y calidad de los recursos o las reservas de un depósito mineral. La exploración incluye métodos geológicos, geofísicos y geoquímicos.

Explotación (industria minera). 1. Proceso de extracción y procesamiento de los minerales, así como la actividad orientada a la preparación y el desarrollo de las áreas que abarca el depósito mineral. 2. Es la aplicación de un conjunto de técnicas y normas geológico-mineras y ambientales, para extraer un mineral o depósito de carácter económico, para su transformación y comercialización. 3. El Código de Minas (artículo 95 de la Ley 685 de 2001) define la explotación como "el conjunto de operaciones que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacentes en el suelo o subsuelo del área de la concesión, su acopio, su beneficio y el cierre y abandono de los montajes y de la infraestructura". 4. Etapa de la fase de Producción del Ciclo Minero. Durante esta etapa se recuperan las inversiones realizadas, se extraen y procesan los materiales de interés económico, se readecuan los terrenos intervenidos y se conduce la mina, lenta y progresivamente, apoyada por un riguroso plan de mitigación ambiental, hacia su fin. Así como algunas actividades de prospección se pueden traslapar con la exploración y de hecho en muchos casos es muy difícil distinguirlas; durante la etapa de desarrollo se realizan algunas tareas de explotación y durante la explotación se ejecutan operaciones de desarrollo, esto principalmente por razones técnicas y económicas, ya que sería imposible pretender desarrollar una mina de una sola vez, sin ejecutar actividades que permitan su mantenimiento y explotación. Durante esta etapa se ejecutan una serie de actividades y ciclos que permiten que la mina permanezca en operación y producción. Estas son denominadas operaciones unitarias y se clasifican entre las ejecutadas para desprender el mineral -Arranque-; para cargarlo -Cargue-; y para transportarlo hasta la planta o sitio de mercado -Transporte-. Estas operaciones se apoyan en las denominadas operaciones auxiliares.

F

Factor de producción. Factor utilizado para producir bienes y servicios, por ejemplo, capital y trabajo.

Factor de riesgo. Cualquier elemento o fenómeno del ambiente de trabajo o acción que pueda causar un daño o enfermedad a un individuo y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación o el control del elemento agresivo. Los factores de riesgo pueden ser: Modificables (directos o indirectos) o no modificables.

Factores de riesgo en la minería. Son aquellos elementos que pueden producir efectos perjudiciales tanto en la salud de los trabajadores como al medio ambiente, clasificados como: físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales y de seguridad.

Falla. 1. Una fractura o una zona de fractura sobre la cual se produce un movimiento diferencial entre dos bloques rocosos adyacentes. El desplazamiento puede ser de milímetros a cientos de kilómetros. Hay varios tipos de falla, clasificados según la forma como se desplaza un bloque con respecto del otro.

Falla activa. Es una falla que presenta evidencias de desplazamiento o movimiento en el pasado geológico reciente, lo que significa que presenta actividad. La actividad de estas fallas causa sismos de muy variada magnitud.

Ferroso. Mineral que contiene hierro. Estado de oxidación del hierro en el cual posee dos cargas positivas.

Filtración. Separación de las partículas sólidas de un fluido, haciendo pasar la mezcla por un medio filtrante en el que se retienen los sólidos.

Formación. Es la unidad fundamental en la clasificación litoestratigráfica. Una formación es un cuerpo de roca identificado por sus características litológicas y posición estratigráfica. Es comúnmente, pero no necesariamente, tabular, y es cartografiable sobre la superficie de la Tierra o identificable en profundidad.

Frente (industria minera). 1. Lugar donde explotan los minerales de interés económico. 2. Superficie expuesta por la extracción. 3. Superficie al final de una labor minera (túnel, galería, cruzada, otras). 4. Lugares donde se ejecutan las tareas de avance y desarrollo de la mina.

Frente ciego (minería subterránea). Frente de trabajo al que solo se puede tener acceso mediante una vía o galería principal (vías que comunican con los túneles o galerías de acceso, utilizadas para transporte y movilización de material y personal).

Fuego de mina. Es la combustión lenta y espontánea del carbón, la cual es provocada por una oxidación que tiene lugar en condiciones anormales (infiltración de aire) en las grietas de macizo de carbón o en el carbón abandonado en labores antiguas. Ello da lugar a un calentamiento del carbón, lo que acelera el proceso de combustión.

G

Gas (industria minera). 1. Término usado por los mineros para referirse a un aire impuro, especialmente con combinaciones explosivas.2. Gases combustibles (metano), mezcla de aire y gases combustibles, u otras mezclas de gases explosivos que se encuentran en las minas.

Gases esenciales. En minería, el aire atmosférico y el oxígeno, los gases indispensables para la vida del hombre.

Gases explosivos. En minería, gases que en altas concentraciones forman mezclas explosivas con el aire: Metano (CH_4); monóxido de carbono (CO, explosivo en concentraciones entre 13 y 75%) y C_2H_2 y H_2S.

Gases tóxicos. En minería, gases nocivos al organismo por su acción venenosa: monóxido de carbono (CO); humos nitrosos (olor y sabor ácidos); sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico) (H_2S) (límite permisible 8 pm, olor a huevos podridos) y anhídrido sulfuroso (SO_2, que cuando la concentración es mayor del 15% en volumen es mortal, límite permisible 1,6 pm).

Gavión. Consiste en un relleno granular de fragmentos de roca no degradables, retenidos por una malla metálica. El gavión es una estructura en forma de caja rectangular, hecha con malla de alambre galvanizado, dise ñada para que se llene con piedras y tienen al final una unidad constructiva continua, capaz de soportar el dinamismo de las corrientes de agua, el empuje de masas de tierra, entre otros.

Gemología. Es la ciencia que estudia las piedras preciosas y semipreciosas.

Geología. Ciencia que estudia la composición y la disposición de los materiales que constituyen la litosfera terrestre, su naturaleza, su situación y las causas o fenómenos que originan esa disposición y de los efectos de los agentes que la alteran.

Geomorfología. 1. Es la ciencia que trata con la configuración general de la superficie de la Tierra; específicamente, es el estudio de clasificación, descripción, naturaleza, origen y desarrollo de las formas actuales de la Tierra y su relación con las estructuras que subyacen, y de la historia de los cambios geológicos como han quedado registrados con estos rasgos superficiales. En los Estados Unidos, este término ha llegado a reemplazar al término "Fisiografía" y es usualmente considerado como una rama de la geología; en Inglaterra, este ha sido usualmente tenido como una rama de la geografía. 2. Estrictamente, es cualquier estudio que tenga que ver con la forma de la Tierra, e incluye geodesia, y geología estructural y dinámica. Esta utilización es más común en Europa, donde el término ha sido aplicado aún más ampliamente a la ciencia de la Tierra.

Geoquímica. 1. Estudia la distribución, la dispersión en la naturaleza (ciclos) y la concentración de elementos químicos en minerales, cuerpos mineralizados, rocas, suelos, aguas y atmósfera, y toma como base las propiedades de sus iones y átomos. 2. Estudio espacial y temporal de los elementos químicos y sus especies, y de los procesos fisicoquímicos que controlan su movilidad, su transformación y su acumulación en el medio ambiente. 3. Estudio de los elementos químicos y de los procesos en los cuales intervienen, al interior y sobre la superficie terrestre.

Geotecnia. Aplicación de los métodos científicos y los principios de la ingeniería a la adquisición, la interpretación y el conocimiento de los materiales de la corteza terrestre, orientados a la solución de los problemas de ingeniería. Abarca las áreas de mecánica de rocas y suelos, y muchos de los aspectos cubiertos por la geología, la geofísica, la hidrología y las ciencias relacionadas.

Geotextil. Láminas fabricadas con materiales sintéticos que se utilizan con diferentes fines: drenaje, impermeabilización, entre otros, para cubrir superficies de materiales naturales.

Granulometría. Lo relacionado con la medición del tamaño de las partículas de rocas o sedimentos.

Grava (rocas sedimentarias). Material redondeado producto de la desintegración, natural o artificial, de cualquier tipo de roca, especialmente de aquellas ricas en cuarzo, cuyo tamaño es superior a dos (2) milímetros de diámetro.

Gravas (sedimentología). Acumulación de fragmentos redondeados con tamaño comprendido entre 2 y 76 mm, que forma depósitos sedimentarios.

Gravedad específica. Peso relativo de un mineral comparado con el peso de un volumen igual de agua.

Gravedad específica verdadera. Es aquella que incluye en su determinación la materia mineral, pero excluye el aire y el agua no combinada.

Gravilla. Productos de explotación de una cantera. Agregados de granulometría menor que los triturados; según su tamaño se clasifican en: 1. Gruesa: diámetro 1,0-2,5 cm, se utiliza para conformación de base y mezcla asfáltica en vías y concretos. 2. Mediana: diámetro 0,7-1,0 cm, de igual utilización que la gruesa. 3. Fina: diámetro 0,5-0,7 cm, se usa en ornamentación de pisos y fachadas o para concretos y asfaltos.

H

Hábitat. Medio ambiente en el cual viven los organismos, animales y plantas. Hace referencia al conjunto de condiciones que caracterizan el medio y que afectan a la vida de los animales y plantas.

Hectárea. Unidad de medida de superficie equivalente a 10.000 metros cuadrados.

Hidrogeología. Rama de la geología que estudia las aguas subterráneas y especialmente su formación.

Humedad (medio ambiente). Vapor de agua contenido en la atmósfera. También se usa para describir el total de agua en estado líquido, sólido o como vapor contenido en un volumen específico de aire.

Humedad del carbón. Contenido de agua presente en el carbón, la cual puede ser clasificada en: Humedad bruta o libre (también llamada agua de superficie), humedad de retención o residual, y humedad total. La humedad es determinada cuantitativamente por métodos normalizados que varían de acuerdo con el tipo de humedad que se desee determinar.

Humedad específica. Relación entre la masa de vapor de agua y la masa del aire húmedo.

Humedal. Cuerpo de agua (lago o laguna) permanente o temporal, de nivel y extensión variable en función del ciclo de precipitaciones y de desbordamientos del río. Se encuentra en continua interacción con las aguas de los ríos o del mar. Cuando la relación es con el mar puede tomar el nombre de albufera. El término ciénaga es regional (Bajo Magdalena, Bajo Cauca, etc.).

Humos. Mezcla de gases (tóxicos y no tóxicos) que se originan de la detonación de explosivos, compuestos principalmente de bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua (gases no son tóxicos) y monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno (gases venenosos). Tanto la naturaleza como la cantidad de gases venenosos varían en los diferentes tipos y clases de explosivos. Algunos de los factores que pueden incrementar los gases tóxicos son: fórmula pobre del producto, cebado inadecuado, falta de resistencia al agua, falta de confinamiento, reactividad del producto con la roca y reacción incompleta del producto.

Humus. Material de suelo de tono oscuro, orgánico, altamente descompuesto, constituido por residuos de plantas (turba) y animales (insectos en su mayoría), sustancias animales (excrementos), y sustancias celulares sintetizadas generadas por los organismos y elementos inorgánicos presentes en el suelo. Tiene aspecto coloidal y se hincha con el agua, genera ácido carbónico y nitrógeno para las plantas.

I

In situ. Expresión utilizada para referirse a características de una muestra tomada "en el sitio" mismo o propio de afloramiento y no de zonas cercanas o contiguas.

Inflación. Medida del incremento del nivel general de precios de una economía y, por ende, de la variación del poder adquisitivo de sus habitantes. Es calculada mensualmente por el DANE con base en la variación del IPC.

Inflamabilidad de un explosivo. Se define como la facilidad con la cual un explosivo o un agente de voladura puede iniciarse por medio de llama o calor.

Infraestructura minera. Conjunto de bienes, instalaciones y servicios establecidos (agua, pozos sépticos, acueducto, energía, otros), básicos para el normal desarrollo de una operación minera. La infraestructura minera, como un todo, constituye un gran sistema compuesto por subsistemas, que deben considerarse desde diferentes puntos de vista y no exclusivamente desde el económico. Un subsistema impor-

tante es, por ejemplo, el transporte, que está compuesto por caminos, carreteras, vías férreas, aeropuertos, puertos, entre otros, e incluye vehículos, instalaciones y otros muchos bienes más y, desde luego, organizaciones que incluyen a las personas que las manejan.

L

Labor (industria minera). 1. Lugar (cavidad u otro sitio) dentro de una mina subterránea (galería, clavada, entre otros.) de donde se extrae el material de mena, mineral o carbón. 2. Cantera, nivel, cámara, corte donde se realiza una actividad dentro de una mina.

Labores de preparación. Se refiere a los trabajos realizados en una mina, previos, para su extracción, mediante la construcción de socavones, guías, sobreguías, tambores, pozos verticales, inclinados, cruzadas, vías de transporte o mediante remoción del estéril de cobertura y minería parcial.

Lago. Cuerpo de agua continental sin conexión con el mar. Incluye, entre otros, meandros abandonados, embalses construidos por el hombre, lagos cratéricos.

Laguna. 1. Cuerpo de aguas someras con una conexión particularmente restringida con el mar. El término se aplica a las masas de agua semiconfinadas de los atolones, arrecifes barrera o islas barrera.

Laguna de colas. 1. Depresión usada para confinar las colas resultantes del proceso de beneficio. 2. Área cuyo límite más bajo corresponde a un muro o presa de contención, hacia la cual circulan los efluentes provenientes del beneficio, cuya primera función es permitir suficiente tiempo para que las arenas y los metales pesados se sedimenten o para que el cianuro sea destruido antes que el agua "clara" sea descargada o recirculada al molino.

Laguna de oxidación. Cuerpo de aguas residuales relativamente poco profundo contenido en un estanque de tierra de diseño controlado, en el cual la oxidación biológica de la materia orgánica se produce por la transferencia natural o artificialmente acelerada de oxígeno.

Lavado. 1. Proceso en el cual se busca eliminar los lodos presentes en algunos minerales; muy utilizado para eliminar lodos presentes en materiales de construcción, principalmente en arena. 2. Proceso aplicado a menas, carbón o triturados a fin de eliminar impurezas o polvo, mediante la aplicación de fluidos.

Línea. Conjunto de coordenadas ordenadas que representan la forma de los elementos geográficos a ser desplegados como un área en una escala dada (por ejemplo, contornos, calles, ríos) o elementos de líneas sin áreas como (límites departamentales).

Línea base (topografía). 1. Una línea levantada y establecida con más cuidado del usual, que sirve como referencia y con respecto de la cual se coordinan y se correlacionan otros levantamientos. 2. Es la medida inicial en una triangulación, es una distancia medida exactamente y que se constituye en un lado de una serie de triángulos conectados y usados, junto con ángulos medidos, para los cálculos de las longitudes de los otros lados.

Línea divisoria. Línea de referencia marcada en una propiedad, con estacas de madera o cemento, para realizar un relevamiento y mapeo (cartografía).

Lista de chequeo. Métodos de evaluaciones preliminares para seleccionar los impactos relevantes y previsibles.

Lixiviable. Material extractable o tratable mediante técnicas de lixiviación.

Lixiviación (beneficio). Proceso hidrometalúrgico mediante el cual se realiza la disolución selectiva de los diferentes metales que contiene una mena, por medio de una solución acuosa que contiene un reactivo químico apropiado.

Lixiviación por percolación. Proceso de lixiviación en el cual la solución lixiviante y las aguas de lavado pueden circular por efecto de la gravedad a través de las partículas de mineral en el interior de un tanque o en el suelo y disolver el metal de interés. Generalmente, las partículas del mineral apto para este proceso deben tener un tamaño entre 6 y 9 mm.

Lixiviados. Solución obtenida por extracción o lixiviación, tal es el caso de la solución resultante de la percolación descendente de agua meteórica a través del suelo o de desechos sólidos que contiene sustancias solubles (por ejemplo, en un relleno sanitario).

M

Manejo de aguas (industria minera). Proceso en el que se produce un descenso de la tabla de agua subterránea, en un área minera, mediante bombeo de pozos para luego ser transportada y utilizada o recargada al sistema de aguas subterráneas mediante infiltración, reinyección o irrigación.

Meandro. Forma sinuosa de un curso de agua de curvatura muy suave en pendiente muy baja.

Medida de seguridad. Se entiende toda disposición, condición o procedimiento destinado a garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad.

Medio ambiente. Conjunto de condiciones físicas, químicas y biológicas que rodean a un organismo.

Metales básicos. 1. Cualquiera de los metales más comunes y más químicamente activos, por ejemplo, plomo, cobre. 2. Metales base son todos los metales diferentes a los metales preciosos, tales como: cobre, plomo, estaño, cinc. 3. En su forma plural es una clasificación de los metales usualmente considerados como de bajo valor y más alta actividad química cuando se comparan con los metales preciosos (oro, plata, platino, entre otros). Este término no específico generalmente se refiere a los metales de alto volumen y bajo valor, como: cobre, plomo, estaño, cinc.

Metales preciosos. El oro, la plata, el platino. Se comercializan aleados con otros metales para darles un grado de dureza y color necesarios según el entorno hacia donde vayan dirigidos. Se usan especialmente en joyería y en algunas aplicaciones industriales específicas.

Metalurgia. 1. Estudio y tecnología de los metales y aleaciones. 2. Es la ciencia de extraer metales de las respectivas menas por medios mecánicos y procesos químicos, y de prepararlos para su uso.

Microclima. Condiciones climáticas de un área generalmente pequeña.

Mina. 1. Excavación que tiene como propósito la explotación económica de un yacimiento mineral, la cual puede ser a cielo abierto, en superficie o subterránea. 2. Yacimiento mineral y conjunto de labores, instalaciones y equipos que permiten su explotación racional. 3. El Código de Minas define "mina" como el yacimiento, formación o criadero de minerales o de materias fósiles, útil y aprovechable económicamente, ya se encuentre en el suelo o el subsuelo.

Mina abandonada. 1. Operación minera que se encuentra clausurada. 2. Excavación, derrumbada o sellada, que ha sido abandonada y en la cual no se pretende llevar a cabo operaciones mineras futuras.

Mina activa. Mina en la cual actualmente se adelantan labores de explotación.

Mina inactiva. Denominación que se da a una mina, si actualmente se encuentra en cese debido a circunstancias como paros, problemas económicos, pero hay, por ejemplo, vigilancia de la mina y labores de mantenimiento de equipos.

Mineral. 1. Sustancia homogénea originada por un proceso genético natural con composición química, estructura cristalina y propiedades físicas constantes dentro de ciertos límites. 2. Individuos minerales que se caracterizan por una estructura cristalina determinada y por una composición química, que pertenecen a un rango de variaciones continuas y que se encuentran en equilibrio bajo unas condiciones termodinámicas determinadas. 3. El Código de Minas define el mineral como la sustancia cristalina, por lo general inorgánica, con características físicas y químicas propias debido a un agrupamiento atómico específico.

Mineralización. Procesos naturales por los cuales los minerales son introducidos en las rocas. Los procesos de mineralización más conocidos son: segregación magmática, diferenciación magmática, hidrotermal, sublimación, metasomatismo de contacto, metamorfismo, sedimentación, evaporación, concentración residual, oxidación y enriquecimiento supergénico, concentración mecánica, eólico.

Minería a cielo abierto. Actividades y operaciones mineras desarrolladas en superficie.

Minería a granel. 1. Método de minería que consiste en extraer grandes cantidades de mena o material de bajo tenor conjunto con la

mena o material de alta ley. 2. Cualquier método mecanizado de minería a gran escala que involucre la remoción de miles de toneladas/día, con un relativamente reducido número de personal.

Minería aluvial. Actividades y operaciones mineras adelantadas en riberas o cauces de los ríos; también se emplean métodos de minería aluvial para la extracción de minerales y materiales en terrazas aluviales.

Minería subterránea. Actividades y operaciones mineras desarrolladas bajo tierra o subterráneamente.

Molienda. Operación de reducción de tamaño de un mineral realizada posteriormente a la trituración; puede ser de tipo primario o secundario según el tamaño requerido del producto.

Molino. Máquina usada en la molienda de minerales.

Monitoreo. Medida de los contaminantes y de sus efectos con objeto de ejercer control sobre la exposición del hombre o de elementos específicos de la biósfera a esos contaminantes.

Monitoreo ambiental. Evaluaciones que se efectúan sobre determinadas variables del medio ambiente donde se desarrolla un proyecto o una obra, a través de indicadores específicos, por medio de los cuales se pueden identificar los cambios que está generando el proyecto o la obra. El monitoreo ambiental facilita datos que permiten conocer y controlar las posibles afectaciones que el proyecto pueda estar causando en el medio ambiente.

Muestra. Porción de material tomado de una gran cantidad, con el propósito de estimar sus propiedades o su composición mediante análisis de laboratorio.

Muestra cruda. Muestra de mineral antes de ser sometido a tratamiento, y que se constituye en alimento a un proceso. Frecuentemente involucra cientos de toneladas, seleccionada de forma tal que sea representativa de un depósito potencial de minerales que está siendo muestreado.

Muestra de agua. Porción de agua representativa de un cuerpo acuoso en un tiempo y lugar específicos. El cuerpo de agua puede ser superficial (río, quebrada, caño, lago o laguna) o subterráneo. La muestra de agua puede ser de varios tipos: filtrada y acidificada, no filtrada, preservada para mercurio, entre otros.

Muestra testigo. Sección o parte de una muestra que ha sido enviada a análisis de laboratorio, con el fin de conservar sus características y propiedades, para realizar futuros análisis y corroborar u obtener nuevos resultados.

Muestreo. Es un proceso selectivo de separación, realizado sobre una porción dada de material (yacimiento, lote original o muestra previa) con el objeto de reducir su volumen, pero mantener sus características globales, físicas, químicas o mineralógicas con el fin de determinar las propiedades o composición del material original.

Muestreo aleatorio. Recolección de muestras sin observar una distribución areal o espacial homogénea, o un patrón o malla definidos. En carbón se utiliza para determinar de manera puntual y aproximada las características que tiene un lote de material.

Muestreo sistemático. Recolección de muestras de acuerdo con una distribución areal o espacial homogénea, o un patrón o malla definidos. En carbón es el muestreo en el cual los incrementos se toman a intervalos iguales de tiempo, espacio o masa en todo el lote o suministro.

Muro de contención. Estructura cuya función es aumentar la resistencia de materiales térreos.

N

Neutralización. 1. Adición de un material ácido o alcalino al agua o al suelo para ajustar su pH hasta alcanzar el valor de 7 (neutro). 2. Proceso por el que una disolución ácida o básica pasa a ser neutra. Las disoluciones ácidas se neutralizan con disoluciones básicas y al revés.

Nivel de ruido. Nivel de ruido acústico que existe en un sitio determinado, por ejemplo, una habitación, un compartimiento, un lugar en campo abierto, entre otros. El nivel de ruido ambiental se mide en decibeles (dB) mediante un sonómetro. Las resoluciones números 8321 de agosto de 1983 y 1792 de mayo de 1990, de los ministerios de Salud y de Trabajo, establecen los niveles de ruido máximos permisibles en áreas de trabajo.

Nivel freático. Superficie en la zona de saturación de un acuífero libre sometido a la presión atmosférica.

O

Oxidación. Cambio en el estado de oxidación de un elemento representado por la pérdida de electrones. Dícese también del proceso durante el cual son eliminadas sustancias químicas oxidables como carbono y azufre presentes en el mineral por la acción del oxígeno u otro agente oxidante.

Oxidado. Metal u otro elemento combinado con oxígeno.

P

Patio de acopio. 1. Parte exterior de la mina. Lugar empedrado con lajas o de cemento, donde se deposita el mineral para someterlo a la operación de clasificación, trituración, mezcla y otras. 2. Patio donde se aglomeran las piedras extraídas de las minas.

Pendiente. Parámetro morfométrico que expresa la inclinación del terreno respecto del plano horizontal. Es una condición topográfica que corresponde a la diferencia de la elevación en metros por cada cien metros horizontales; se expresa en términos de porcentaje y se mide corrientemente por medio del nivel Abney.

Percolación. Movimiento del agua o de otros líquidos, sometido a la presión hidrostática natural de la subsuperficie de la Tierra, a través de los intersticios del suelo o de la tierra.

Percolar. Acción beneficiada por la porosidad y la permeabilidad, por medio de la cual el agua atraviesa el suelo hacia abajo.

Perforación (desarrollo minero).1. Acción o proceso de elaborar un orificio circular con un taladro (perforadora) manual o mecánico (eléctrico o hidráulico). 2. Apertura de galerías o cámaras de explotación con el uso de cualquier clase de equipo (neumático o mecánico).

Perforación (prospección y exploración). 1. Es la operación de abrir huecos en el terreno, utilizados para exploración o para la extracción de petróleo, gas, agua o energía hidrotermal. 2. Es la realización o la elaboración de huecos en el subsuelo, mediante equipos adecuados y brocas, utilizados en labores técnicas de prospección o exploración. La perforación se puede realizar por métodos de percusión, rotación o combinación de ambos.

Perforadora. Equipo manual o mecánico operado por una fuente de poder o hidráulico, utilizado para perforar agujeros o barrenos destinados a la detonación o a la instalación de pernos de anclaje para la roca. La perforadora manual, por su peso ligero, puede utilizarse en multitud de aplicaciones, para pequeñas voladuras en la preparación de bancos, para pequeños canales, para caminos con aquellos cortes que sean de poca altura. La barrenación usualmente es de 25 a 42 mm, y la profundidad de la perforación no es mayor de 6 m.

Permeabilidad. k. 1. Capacidad de un material para transmitir fluidos. 2. La permeabilidad (k) es la capacidad de una roca para que un fluido fluya a través de ella y se mide en darcy, que es la permeabilidad que permite a un fluido de un centipoise de viscosidad fluir a una velocidad de 1 cm/s a una presión de 1 atm/cm. Habitualmente, debido a la baja permeabilidad de las rocas, se usan los milidarcies. La ley de Darcy sólo es válida cuando no hay reacciones químicas entre el fluido y la roca, y cuando hay una sola fase que rellena los poros. La permeabilidad es, después de la porosidad, el segundo factor importante para la existencia de un almacén de hidrocarburos o agua. La permeabilidad media de los almacenes varía entre 5 y 500 milidarcies, aunque hay depósitos de hasta 3.000-4.000 milidarcies. Para ser comercial, el petróleo debe fluir a varias decenas de milidarcies.

pH. Potencial de hidrógeno. Es un número que indica la concentración de hidrogeniones (iones hidrógeno) de una disolución. Dado un pH cualquiera, por ejemplo, 7, la concentración de iones H_3O+ será de 10 elevado a - (menos) el número de pH, por ejemplo, en este caso: 10^{-7}. Si el pH es 7, la disolución es neutra (igual número de iones H_3O+ que de iones OH-. Si el pH es mayor que 7 la disolución es básica, también llamada alcalina; y si el pH es menor que 7 la disolución es ácida.

pHmetro. Instrumento para medir la acidez o alcalinidad (pH) de una solución por el método electrométrico (para la acidez o alcalinidad se usa una escala denominada escala de pH. Esta escala posee valores comprendidos entre 0 y 14.). Método estandarizado cuyo principio básico es la determinación de la actividad de los iones de hidrógeno mediante la verificación potenciométrica con un electrodo patrón de

hidrógeno y un electrodo de referencia. Generalmente, el pH de las aguas naturales está comprendido entre 4,0 y 9,0, y son ligeramente alcalinas debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Los valores diferentes se pueden atribuir a la presencia de residuos industriales ácidos o alcalinos. El pH también se puede determinar colorimétricamente, si bien el método colorimétrico requiere menos equipo, está sujeto a muchas interferencias, por lo cual se presta solo para una estimación aproximada.

Piscina de sedimentación. Excavación artificial destinada a la acumulación de sólidos y líquidos con alto contenido de sedimentos, cuya función principal es permitir la decantación de los sólidos en suspensión en un determinado período de tiempo.

Piscinas de lodo. Estas manifestaciones se forman por alteración superficial ácida producida por la descarga de vapor y gases no condensables. El lodo se mantiene en una suspensión gracias a la condensación del vapor. La dinámica ascendente del lodo (celdas de convección) se deben a la descarga permanente de CO_2, principalmente.

Polígono. Figura que representa un área en un mapa. Es definido por arcos que forman sus límites. Cada polígono contiene un label (rótulo).< p class=CUERPOTEXTO style='line-height:10.4pt'>

Potabilización. Serie de procesos para hacer el agua apta para consumo humano, comprende: aireación, coagulación, ablandamiento, eliminación de hierro y manganeso, eliminación de olor y sabor, sedimentación, filtración, control de corrosión, evaporación y desinfección.

Presión. El esfuerzo ejercido por un cuerpo sobre otro cuerpo, ya sea por peso (gravedad) o mediante el uso de fuerza. Se le mide como fuerza por unidad de área, por ejemplo, newtons/m2.

Prospección. Reconocimiento o exploración superficial de una zona, dirigida a determinar áreas de posible mineralización (targets o áreas anómalas), por medio de indicaciones químicas y físicas medidas con instrumentos y técnicas de precisión.

R

Recuperación (gestión ambiental). 1. Acciones destinadas a devolver a los terrenos degradados la posibilidad de soportar uno o más usos del suelo, sin perjuicio del medio ambiente. 2. Tratamiento de áreas interrumpidas como resultado de una actividad minera; tendiente, en última estancia, a obtener tierras estables, revegetadas, consistentes con un plan de uso alternativo aceptable o establecido previamente. La recuperación incluye la remoción de edificaciones, equipos, maquinaria y cualquier remanente físico de la actividad minera; cierre de depósitos de colas; y modelado, cubrimiento y revegetación de sitios de escombrera y otras áreas intervenidas.

Recuperación (industria minera). Relación entre el peso del componente útil en el concentrado de mineral y el del mismo componente en el alimento de la misma operación unitaria. Generalmente se expresa en porcentaje y en ocasiones sirve como indicativo del rendimiento de una operación de preparación de minerales.

Recurso mineral. Un recurso mineral es una concentración o una ocurrencia de material natural, sólido o líquido, inorgánico u orgánico fosilizado en o sobre la corteza terrestre en forma y calidad tal, y en tal grado y calidad, que tiene posibilidades razonables para una extracción económica de un producto por medios mecánicos o mineralúrgicos. La localización, la cantidad, el grado o la calidad, las características geológicas y la continuidad de un recurso mineral son conocidos, estimados e interpretados por un proceso de evidencia y conocimiento geológico específico. Para clasificar el grado de certeza geológica de los recursos minerales se utilizará la propuesta presentada por Naciones Unidas 1996.

Recursos naturales. Son elementos de la naturaleza susceptibles de ser utilizados por el hombre para la satisfacción de sus necesidades o intereses económicos, sociales y espirituales. Los recursos renovables se pueden renovar a un nivel constante. Los recursos no renovables son aquellos que forzosamente perecen en su uso.

Recursos naturales no renovables. Son los recursos que no tienen capacidad de recuperarse o regenerarse después de ser aprovechados, posiblemente se regeneren en escalas de tiempo geológico grandes.

Recursos naturales renovables. Son aquellos cuya fuente es abundante y se generan a una velocidad tal, que pueden ser utilizados repetidas veces por el hombre, sin arriesgar su agotamiento.

Reforestación. Plantación de bosques en tierras donde históricamente habían existido, pero que sufrieron un cambio en su uso.

Rehabilitación. Acciones destinadas a devolver a los terrenos degradados la posibilidad de soportar uno o más usos del suelo, sin perjuicio del medio ambiente.

Represa de colas. Obras de infraestructura construidas para almacenar o represar los relaves, colas y desechos acuosos productos de grandes operaciones mineras. Generalmente al explotar una mina se retira la cobertura vegetal y esto ocasiona que el agua fluya por varias partes. Por lo anterior es necesario construir represas para almacenar esta agua o disminuir su velocidad.

Residuo líquido. Residuo que se encuentra en estado líquido o fluido. Bajo condiciones normales, puede ser bombeado y debe estar contenido en un recipiente adecuado.

Residuo sólido. Materiales generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento, cuya calidad no permite usarlos nuevamente en el proceso que los generó, que pueden ser objeto de tratamiento o reciclaje.

Residuos. Cualquier sustancia, objeto o materia no productiva que puede ser gaseosa, líquida o sólida; generada durante los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó y que puede representar algún valor económico para terceros, como material reciclable o reutilizable.

Residuos mineros. 1. Residuos producto de la extracción y la explotación de minerales. 2. Desmontes, escombreras, colas, desechos y escorias resultantes de las actividades minero-metalúrgicas.

Residuos peligrosos. Aquellos residuos que debido a su naturaleza y su cantidad son potencialmente peligrosos para la salud humana o el medio ambiente. Requieren un tratamiento o técnicas de eliminación especial para terminar o controlar su peligro. Se las denomina también "residuos especiales", desechos peligrosos o desechos especiales.

Restauración (gestión ambiental). Acciones destinadas a devolver al terreno las condiciones de uso existentes con anterioridad a la actividad impactante.

Restitución (gestión ambiental). Acciones destinadas a devolver al terreno una o varias de las características precedentes antes del inicio de cualquier actividad impactante.

Retorta. 1. Una vasija en la cual se destilan o descomponen sustancias mediante calor. 2. Recipiente semejante a un crisol con un mecanismo de abertura/cerradura, un tubo que permite la salida del vapor del mercurio en la parte superior ubicado sobre la tapa y un cuello en forma de tubo que sirve para condensar el mercurio. El tipo más elemental de condensador consiste en un tubo recto envuelto en telas humedecidas. Diseños más elaborados incluyen una envoltura llena de agua, e incluso enfriadores con agua que fluye a contracorriente en ciclos abiertos o cerrados.

Riesgo (seguridad e higiene minera). En salud ocupacional, se denomina riesgo a la probabilidad de que un objeto, material, sustancia o fenómeno pueda potencialmente desencadenar alguna perturbación en la salud o en la integridad del trabajador.

S

Salud ocupacional. 1. Departamento médico, que busca el bienestar físico, mental y social del trabajador interrelacionado con su vida extralaboral. 2. Conjunto de actividades médicas y paramédicas destinadas a la atención y la conservación de la salud de los trabajadores, a la evaluación de su capacidad laboral y a la ubicación en el sitio de trabajo acorde con sus condiciones físicas, mentales y psicológicas.

Sector. Conjunto de empresas o instituciones que conforman una misma actividad económica.

Sedimentación. Es la separación de partículas sólidas en suspensión de un líquido; se realiza por asentamiento gravitacional.

Sedimentación de sólidos 1. Movimiento hacia el fondo de las partículas suspendidas en el agua. 2. Proceso de depósito y asentamiento por gravedad de la materia en suspensión en el agua. 3. En términos de tratamiento de aguas residuales, la sedimentación consiste en la separación, por la acción de la gravedad, de las partículas suspendidas, cuyo peso específico es mayor que el del agua. Es una de las operaciones unitarias más utilizadas en el tratamiento de las aguas residuales. Los términos sedimentación, clarificación y decantación se utilizan indistintamente. Esta operación se emplea para la eliminación

de arenas, de la materia en suspensión en flóculo biológico en los decantadores secundarios en los procesos de lodo activado, estanques de decantación primaria, de los flóculos químicos cuando se emplea la coagulación química, y para la concentración de sólidos en los espesadores de lodos. En la mayoría de los casos, el objetivo principal es la obtención de un efluente clarificado, pero también es necesario producir un lodo cuya concentración de sólidos permita su fácil tratamiento y manejo.

Sedimentador. Tanque redondeado usado en las plantas de tratamiento de minerales para separar sólidos de líquidos.

Sedimento. Material sólido que se asienta desde el líquido cuando se encuentra en suspensión.

Sedimentos activos. Partículas de suelo, rocas, minerales y materiales terrestres arrastrados por aguas de escorrentía durante procesos erosivos, que se acumulan en cuencas de sedimentación o en los cauces de los cuerpos de agua, cuando la energía de la corriente disminuye.

Seguridad e higiene industrial. Son las condiciones que hacen seguro, confortable y estable el sitio de trabajo.

Seguridad industrial. 1. Conjunto de actividades dedicadas a identificación, evaluación y control de los factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo. 2. Son todas aquellas acciones y actividades que hacen que el trabajador labore en condiciones seguras tanto ambientales como personales, con el fin de conservar la salud y preservar los recursos humanos y personales.

Separación líquido-sólido. La separación líquido-sólido es la remoción del metal que lleva la solución impregnada del residuo de lixiviado.

Subnivel (minería subterránea). 1. Nivel u horizonte de trabajo situado entre los niveles de trabajo principales. 2. Nivel intermedio elaborado a una corta distancia por encima o debajo de un nivel principal, con el objeto de facilitar la extracción de una cámara de explotación.

Subproducto. Metal o producto mineral secundario recuperado en el proceso de molienda o de beneficio cuya importancia económica para la empresa es de segundo plano.

Subproductos de la explotación. 1. Se entienden como subproductos de la explotación, todos aquellos minerales que, si están o no asociados con los del Contrato de Concesión, tienen que ser removidos del yacimiento durante la operación de extracción minera, pero cuya explotación separada no se justifica económicamente. 2. Se considera que un mineral es un subproducto de la explotación del concesionario, cuando es necesariamente extraído con el que es objeto del contrato y que por su calidad o cantidad no sería económicamente explotable en forma separada.

Subsidencia (geomorfología). La subsidencia es el desplazamiento hacia abajo de un terreno. Este hundimiento se vuelve problemático si es en zonas donde existen edificaciones. Puede ser causada por movimientos del suelo como, levantamiento de terreno y deslizamiento de terreno. También por algunos tipos de arcillas (los suelos de arcilla se dilatan o contraen según su contenido en agua (75%)); vegetación, los árboles robustos absorben el agua del suelo durante los períodos secos; las obras subterráneas, minas fuera de uso, apisonamientos de terraplenes, entre otros (15%); o tubos de desagüe perforados: Los escapes de agua pueden erosionar cimientos (5%).

Suelo (ecología). 1. Parte de los materiales incoherentes que recubre a las rocas y que es capaz de sostener vida vegetal. 2. El suelo es un sistema físico, químico y biológico que actúa de forma compleja sobre la vegetación y la biota. En un lugar específico es producto de la acción del clima y la vegetación sobre el sustrato geológico, que le confiere propiedades particulares. Este sistema es muy importante en estudios ambientales, dado que las modificaciones de sus características repercuten en cambios climáticos, en la flora y en la biota.

Surco (erosión). La erosión en surcos es la forma de erosión más fácilmente perceptible, tiene su origen a causa del escurrimiento superficial del agua que se concentra en sitios irregulares o depresiones superficiales del suelo desprotegido o trabajado inadecuadamente. En función de la pendiente y de la longitud de la ladera del terreno, el flujo concentrado de agua provoca el aumento de las dimensiones de los surcos formados inicialmente, hasta transformarse en grandes zanjas llamadas cárcavas.

T

Talud. 1. Resalte o inclinación de la topografía, natural o artificial, cuya pendiente es generalmente más suave que la de los acantilados (desde plano inclinado hasta subvertical), su altura es menor a 8 metros.

Temperatura. Medida del movimiento molecular o el grado de calor de una sustancia. Se mide con una escala arbitraria a partir del cero absoluto, donde las moléculas teóricamente dejan de moverse. Es también el grado de calor y de frío.

Tenor. Porcentaje neto de mineral económicamente recuperable de una mena.

Tenor de colas. Tenor, ley o concentración de mineral en las colas que se desechan al final de todo el proceso mineralúrgico (beneficio).

Terraceo. Explotación que se realiza en las laderas de las montañas o cerros, en forma de escalones o bancos.

Terraza. Forma del terreno con superficie horizontal o cercana a la horizontal, resultante de la acumulación aluvial.

Tolva. Silo de almacenamiento temporal utilizado en la minería especialmente al final de un tambor; estas se pueden construir en madera o en metal.

Trituración. Reducción inicial del tamaño del mineral hasta un grado que permita su molienda.

Triturados. Productos de explotación de una cantera. Son los agregados más gruesos que se utilizan para la preparación de concreto reforzado y conformación de bases en la construcción de vías. Se dividen en tres clases: 1. De primera; utilizados en concretos y bases de vías, diámetro aproximado 2,5 cm. 2. De segunda; utilizados en concretos y bases de vías, diámetro aproximado 5 cm. 3. De tercera; utilizados en la afirmación de pisos, diámetro aproximado 10 cm.

Túnel de acceso. Galería horizontal abierta al extremo de una montaña o una colina para permitir el acceso a un yacimiento.

Turbidez. 1. Disminución de la transparencia del agua causada por la presencia de partículas sólidas en suspensión. 2. Es el aspecto que ofrece un líquido a causa de la presencia de materias en suspensión. Su intensidad puede servir para apreciar la concentración de estas materias.

V

Variabilidad. Medida de la incertidumbre de la medición. El conocimiento de la confiabilidad de una medición expresada en términos de la variabilidad del error, da un índice de la utilidad de los datos.

Vega. Faja estrecha y discontinua de sedimentación aluvial que bordea el lecho menor de una corriente de agua. La vega hace parte del área de desborde natural de los ríos en épocas de crecientes y, por tanto, coincide más o menos con el fondo del valle o de la llanura de inundación o aluvial.

Ventilación. Operación encargada de llevar aire fresco y puro a los frentes de explotación y evacuar de ellos el aire viciado o enrarecido, por medio de recorridos definidos en las diferentes secciones de la mina.

Vertimiento. Descarga de cualquier cantidad de material o sustancias ofensivas al medio ambiente y a la salud pública.

Vía de acceso. Caminos y carreteras construidas para acceder a las plantas, para ingreso de suministros y facilitar el acceso de los vehículos a la mina o la cantera.

Vida útil. La vida útil de un equipo es el lapso de tiempo durante el cual este está en condiciones de realizar el trabajo para el cual fue diseñado, sin que los gastos de su operación excedan los rendimientos económicos obtenidos por el mismo, por mínimos que estos sean. La vida útil de una máquina depende de múltiples y complejos factores, entre los que se pueden enumerar: fallas de fabricación, falta de protección contra los agentes atmosféricos, desgastes excesivos debido a uso anormal, vibraciones y fricción de sus partes móviles, manejo de diferentes operadores e irresponsabilidad de los mismos, descuidos técnicos, entre otros.

4. Referencias bibliográficas

ALCALDÍA MAYOR DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ, DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE MEDIO AMBIENTE (DAMA), Protocolo distrital de Restauración Ecológica. Bogotá, 2000.

DECRETO 2820 DE 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales. Bogotá, 2010.

DECRETO 933 DE 2013, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA Y MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Por el cual se dictan disposiciones en materia de formalización de minería tradicional. Bogotá, 2013.

EPAM SA ESP, Informe final: Monitoreo de calidad de aire y ruido de los Aeropuertos de Barrancabermeja y Riohacha. 2001.

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA, Manual de Restauración de terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería, 2ª Edición, Madrid, España, 1989.

LEY 99 DE 1993. Congreso de Colombia. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y se dictan otras disposiciones.

LEY 685 DE 2001 – CÓDIGO DE MINAS. Congreso de Colombia. Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Glosario Técnico Minero, Bogotá, 2003.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Términos de Referencia, Los Trabajos de Exploración (LTE) y Programas de Trabajos y Obras (PTO) para minerales y rocas distintos a materiales de arrastre y de minería marina. Bogotá, 2002.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, MINERCOL Y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Guía Ambiental: Exploración. Bogotá, 2001.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, MINERCOL Y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Guía Ambiental: Carbón Minería a Cielo Abierto. Bogotá, 2001.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, MINERCOL Y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Guía Ambiental: Carbón Minería Subterránea. Bogotá, 2001.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, MINERCOL, Guía Ambiental Minería Subterránea de Carbón, Bogotá, 1998.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, MINERCOL, Guía Ambiental Minería Subterránea de Carbón, Bogotá, 1998.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Guía Ambiental para la Pequeña y Mediana Minería de Oro, Bogotá, 1999.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Guía Minero Ambiental de Exploración, Bogotá, 2002.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Guía Minero Ambiental de Explotación, Bogotá, 2002.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Guía Minero Ambiental de Beneficio y Transformación, Bogotá, 2002.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, MINERCOL Y MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Guía Minero Ambiental de Minería Subterránea y Patios de acopio de carbón, Bogotá, 2004.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA E INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO (ICPC), Guía Mineroambiental de la Industria del Cemento. Bogotá, 2003.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y CONVENIO ANDRÉS BELLO (CAB), Manual de Evaluación de Estudios Ambientales, Criterios y Procedimientos, Bogotá, 2002.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y CONVENIO ANDRÉS BELLO (CAB), Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos, Criterios y Procedimientos, Bogotá, 2002.

TERMOPAIPA IV 2004, PMA, para la fase de operación de la termoeléctrica "EL REMANSO", Bogotá, 2004.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ, ALCALDÍA DE BOGOTÁ, Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino. Bogotá, 2007.

http://otraoptica.blogspot.com/2009_04_01_archive.html

http://www.soncarpas.com/wp-content/uploads/2012/03/volqueta1.jpg

http://www.solucionesespeciales.com/2011/08/gaviones-para-una-barrera-contra-ruidos.html

http://www.soncarpas.com/wp-content/uploads/2012/03/volqueta1.jpg

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/0a100/nspn0056.pdf

http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaam/publicaciones/FormatosDIA/MSDS%20Cianuro%20de%20Sodio1.pdf

http://www.inverelpilar.com/otrostrabajos.php?idTipo=38