Libertad y Orden
República de Colombia

Ministerio de Minas y Energía
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

GUÍA MINERO AMBIENTAL DE MINERÍA SUBTERRÁNEA Y PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN

PNUD

MINERCOL
Empresa Nacional Minera Ltda.
En Liquidación

Bogotá, 2004

MINISTERIOS PARTICIPANTES:

Luis Ernesto Mejía Castro
MINISTRO DE MINAS Y ENERGÌA

Sandra Suárez Pérez
MINISTRA DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

ENTIDADES PROMOTORAS:

Jaime Uribe Echeverry
EMPRESA NACIONAL DE MINERIA Ltda - MINERCOL Ltda., EN LIQUIDACION

Erles Edgardo Espinosa
Director Proyectos PNUD-MINERCOL

Alfredo Wishi-Cestari
PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO-PNUD

Edgar Cataño Sanchez
Oficial de Programas PNUD-MINERCOL

COMITE TECNICO DE SEGUIMIENTO PROYECTO COL/02/028 «DESARROLLO HUMANO Y ECONOMIA SOLIDARIA EN EL SECTOR MINERO COLOMBIANO»
Juan José Lalinde, Coordinador Proyecto Col/02/028
Jorge Gaviria Chicuasuque, Asesor Técnico PNUD-MINERCOL
Elias Pinto, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Cristina Vélez, Ministerio de Minas y Energía
Efraín Monroy, Dansocial

ELABORACION:

ENERMITEL S.A.
Efraín Rodriguez Urbina
Carlos Sánchez García
Carlos Alba
David Gutiérrez

REVISION Y CORRECCION

Pedro Vega Silva
Edgar Hernández Urzola

DISEÑO GRAFICO Y COORDINACION EDITORIAL:

DISEÑO Y DIAGRAMACION
buenosycreativos@etb.net.co
Wilmar Humberto Carreño Romero

PREPRENSA E IMPRESION
ACOSMO GRAFICO
Constanza Castro

CONTENIDO

INDICE DE TABLAS **8**

INDICE DE FIGURAS **10**

PRESENTACIÓN **13**

INTRODUCCIÓN **14**

1 INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LA GUÍA **19**

1.1 ESTRUCTURA Y NOMENCLATURA 19

1.2 PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DE LA GUÍA 19

1.3 USO DE LA GUÍA EN CD 20

2 MARCO JURÍDICO **21**

2.1 MARCO LEGAL MINERO 21

2.1.1 Normas constitucionales mineras 21

2.1.2 Ley 685 de 2001 21

2.1.3 Registro minero 22

2.1.4 Contrato de concesión minera 22

2.1.5 Zonas mineras especiales 24

2.1.6 Normas reglamentarias y complementarias 24

2.1.7 Trámites mineros 25

2.1.8 Medios e instrumentos mineros 25

2.2 MARCO LEGAL AMBIENTAL 25

2.2.1 Constitución política 27

2.2.2 Convenios internacionales suscritos por Colombia 27

2.2.3 Normas ambientales generales 29

2.2.4 Normatividad sobre participación ciudadana y comunitaria y el patrimonio cultural 29

2.2.5 Normas que regulan el patrimonio natural y los monumentos nacionales 34

2.2.6 Normas que reglamentan el uso, manejo, aprovechamiento y afectación de los recursos naturales renovables 34

2.2.7 Normas que regulan la administración de riesgos, prevención de desastres y los planes de contingencia 34
2.3 REQUISITOS LEGALES EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE CARBÓN 34
2.3.1 Licencia ambiental 35
2.3.2 Licencia ambiental global 35
2.3.3 Estudio de Impacto Ambiental – EIA 36
2.3.4 Términos de referencia 38
2.3.5 Modificación de la licencia ambiental 38
2.3.6 Permisos y autorizaciones para el uso, manejo, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables 39
2.3.7 Guías minero ambientales 40
2.3.8 Competencias para el otorgamiento de la licencia de explotación 40
2.3.9 Procedimiento para el otorgamiento de licencia ambiental 40
2.3.10 Auditorías ambientales externas 41
2.3.11 Casos especiales 41
3 NORMAS TÉCNICAS, GEOLÓGICAS, MINERAS Y AMBIENTALES 43
4 ETAPAS Y FASES DE UN PROYECTO GEOLÓGICO MINERO 51
4.1 PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN 51
4.1.1 Fase I: Prospección geológica de superficie 51
4.1.2 Fase II: Exploración geológica de subsuelo 54
4.1.3 Fase III: Evaluación y modelo geológico 54
4.1.4 Fase IV: Programa de trabajos y obras 54
5 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA MINERÍA SUBTERRÁNEA Y PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN 55
5.1 AJUSTE DE LOS DISEÑOS DEL PTO 55
5.2 APERTURA Y DESARROLLO DE FRENTES MINEROS Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PARA BENEFICIO Y TRANSFORMACION 56

5.3 OBRAS CIVILES Y DE INFRAESTRUCTURA 56
5.4 PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN 58
5.4.1 Preparación y almacenamiento de carbón 58
5.4.2 Condiciones prácticas para almacenamiento de carbones 59
5.4.3 Clasificación patios de acopio de carbón 60
5.4.4 Instalaciones 61
6 OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE CARBÓN 63
6.1 ACTIVIDADES Y OPERACIONES UNITARIAS DE LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA 63
6.2 DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL CARBÓN 64
6.3 EXPLOTACIONES SUBTERRÁNEAS DE CARBÓN EN COLOMBIA Y DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES PRINCIPALES 67
6.4 CIERRE Y ABANDONO DE MINA 69
6.4.1 Marco estratégico del plan de cierre de mina 69
7 EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN 75
7.1 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 75
7.2 REQUERIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE PERMISOS DE USO, APROVECHAMIENTO O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES 76
7.2.1 Aprovechamiento de aguas superficiales 76
7.2.2 Vertimiento de residuos líquidos 76
7.2.3 Emisiones atmosféricas 78
7.2.4 Aprovechamiento forestal 78
7.2.5 Ocupación de cauces 79
7.2.6 Explotación de canteras 79
7.3 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 79
7.3.1 Impactos ambientales de la minería subterránea de carbón 79
7.3.2 Impactos ambientales en patios de acopio de carbón 80

8 MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL **91**
8.1 FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA MINERÍA SUBTERRÁNEA DE CARBÓN 91
8.2 FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN 92
9 SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL **139**
9.1 MONITOREO 139
9.2 SEGUIMIENTO AMBIENTAL 139
9.2.1 Objetivos 144
9.2.2 Contenido de los informes 144
9.2.3 Formatos de seguimiento 144
10 GESTION AMBIENTAL **155**
10.1 SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL 155
10.2 EVALUACION Y MONITOREO DE LA GESTION AMBIENTAL 156
10.3 TIPO Y APLICACIÓN DE INDICADORES AMBIENTALES 157
10.3.1 El indicador de la gestion ambiental (I.G.A) 158
10.3.2 Indicador de cumplimiento del plan de manejo ambiental - IPMA 158
10.3.3 Indicador de gestion de permisos ambientales - $I_{PERMISOS}$ 161
10.4 EJEMPLO ILUSTRATIVO PARA ÉL CÁLCULO DEL INDICADOR DE GESTION AMBIENTAL 162
10.4.1 Cálculo del indicador del plan de manejo ambiental 162
10.4.2 Indicador de permisos ambientales 163
10.4.3 Indicador de impacto ambiental 164
11 EVALUACION DE RIESGOS Y PLAN DE CONTIGENCIA **173**
11.1 OBJETIVOS 173
11.2 DEFINICIONES 173
11.3 IDENTIFICACION DE AMENAZAS 174
11.3.1 Clasificación de amenazas 174
11.3.2 Afectación de recursos 174
11.3.3 Documentación de la amenaza 174

11.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD 175
11.5 ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO 177
11.6 MAPA DE RIESGOS DEL PROCESO 177
11.7 PLAN DE CONTINGENCIA 178
11.7.1 Plan estratégico 178
11.7.2 Plan operativo 179
11.7.3 Plan informativo 179
11.8 IDENTIFICACION DE RIESGOS PARA MINERÍA SUBTERRÁNEA DE CARBÓN Y PATIOS DE ACOPIO 180
11.8.1 Factores naturales 180
11.8.2 Factores operacionales 180
12 BIBLIOGRAFÍA 181

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Contenido de la guía 19
Tabla 2.1 Marco legal minero y ambiental 21
Tabla 2.2 Artículos y normas de la Constitución Política 22
Tabla 2.3 Normas y principios fundamentales del Código de Minas, Ley 685 de 2001 23
Tabla 2.4 Duración de la concesión. 25
Tabla 2.5 Zonas mineras reservadas, excluidas, restringidas y de minorías étnicas. 26
Tabla 2.6 Normas reglamentarías Ley 685 de 2001 28
Tabla 2.7 Normas complementarias del marco legal minero 29
Tabla 2.8 Normas y principios ambientales y de participación ciudadana y comunitaria contenidos en la constitución nacional. 31
Tabla 2.9 Convenios internacionales de carácter ambiental suscritos por Colombia 32
Tabla 2.10 Principales normas generales ambientales 32
Tabla 2.11 Normatividad sobre participación ciudadana y comunitaria y el patrimonio cultural 33
Tabla 2.12 Normas que regulan el patrimonio natural y los monumentos nacionales 34
Tabla 2.13 Normatividad atmosférica 35
Tabla 2.14 Normas que regulan el agua y los recursos hidrobiológicos 36
Tabla 2.15 Normas que regulan la flora silvestre y bosques 37
Tabla 2.16 Leyes y decretos que regulan la fauna silvestre y caza 37
Tabla 2.17 Normas que regulan el suelo 38
Tabla 2.18 Normas que regulan los residuos sólidos 38
Tabla 2.19 Normas que regulan la administración de riesgos, prevención de desastres y los planes de contingencia. 39
Tabla 3.1 Gestion ambiental 43
Tabla 3.2 Residuos líquidos 43
Tabla 3.3 Residuos sólidos 43

Tabla 3.4 Calidad del aire 44
Tabla 3.5 Gases 45
Tabla 3.6 Calidad del suelo 46
Tabla 3.7 Calidad del agua 46
Tabla 3.8 Metrología y mediciones 48
Tabla 3.9 Seguridad industrial y salud ocupacional 48
Tabla 3.10 Base topográfica 49
Tabla 3.11 Ensayos para carbón 49
Tabla 5.1 Características por tipos de pila de carbón 60
Tabla 5.2 Tamaño del carbón y altura de las pilas 60
Tabla 6.1 Participación de actores en el cierre de minas 70
Tabla 6.2 Aspectos del cierre de operaciones en minas subterráneas 70
Tabla 6.3 Aspectos de cierre relacionados con material estéril 71
Tabla 6.4 Aspectos de cierre relacionados con el manejo de aguas 72
Tabla 6.5 Aspectos de cierre relacionados con infraestructura 73
Tabla 7.1 Contenido básico para la descripción del medio físico, biótico y socioeconómico de la explotación subterránea de carbón en el EIA. 77
Tabla 7.2 Métodos de identificación de impactos 80
Tabla 7.3 Matriz de impactos ambientales de la minería subterránea de carbón 81
Tabla 7.4 Matriz de impactos ambientales de los patios de acopio de carbón 85
Tabla 8.1 Relación de fichas de manejo ambiental para la minería subterránea de carbón 91
Tabla 8.2 Medidas de manejo ambiental para patios de acopio 92
Tabla 8.3 Medidas de prevención y control de emisiones 96
Tabla 8.4 Usos de la tierra para escenarios post mineria 130
Tabla 9.1 Aspectos a considerar en el programa de monitoreo 140
Tabla 9.2 Especificaciones para el programa de seguimiento y monitoreo 141
Tabla 10.1 Ejemplo de la estructura del Indicador de Gestión Ambiental (IGA) para proyectos de minería subterránea. 160

Tabla 10.2 Lista de posibles impactos ambientales de la minería subterránea 164
Tabla 11.1 Escala de valoración para la frecuencia 175
Tabla 11.2 Ejemplo ilustrativo para escala de valoración de frecuencia 175

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Nomenclatura para identificación de la guía 20
Figura 2.1 Trámites para un área en contrato de concesión. 30
Figura 4.1 Etapas y fases de un proyecto geológico minero. 52
Figura 5.1 Instalaciones de una mina subterránea de carbón en Colombia 57
Figura 5.2 Instalaciones de un patio de acopio de carbón 58
Figura 6.1 Mina subterránea de carbón 63
Figura 6.2 Método por cámaras y pilares 65
Figura 6.3 Método por tajo largo 66
Figura 6.4 Método ensanche de tambores 67
Figura 6.5 Método escalones invertidos o testeros 68
Figura 6.6 Planeación de cierre de minas. 71
Figura 8.1 Equipos de medición de gases 95
Figura 8.2 Sistema para prevención de ruido, pantallas visuales 98
Figura 8.3 Sistema para tratamiento de aguas de abastecimiento 100
Figura 8.4 Sistema para tratamiento de cuerpos de aguas afectados por actividad minera 103
Figura 8.5 Sistema para tratamiento de aguas residuales domésticas 105
Figura 8.6 Sistema para tratamiento de aguas residuales industriales 107
Figura 8.7 Sistema de aireación y corrección de pH para aguas residuales de mina 109
Figura 8.8 Sistema de control de erosión 112
Figura 8.9 Sistema de manejo de estériles 115
Figura 8.10 Sistema de control de hundimientos 117
Figura 8.11 Sistema de manejo de residuos sólidos 119
Figura 8.12 Sistema de protección y reforestación mediante barreras vivas 121

Figura 8.13 Medidas y elementos de seguridad industrial 124
Figura 8.14 sistema de perforación y voladura 127
Figura 8.15 Recuperación y rehabilitación de terreno 131
Figura 10.1 Ciclo de un sistema de gestión ambiental 156
Figura 10.2 Indicador de gestión ambiental 159
Figura 10.3 pH vs. calidad ambiental 165
Figura 10.4 Sólidos disueltos vs. calidad ambiental 165
Figura 10.5 Hierro total vs. calidad ambiental 166
Figura 10.6 Hierro total vs. calidad ambiental 166
Figura 10.7 Sulfatos vs. calidad ambiental 167
Figura 10.8 Distancia a cuerpo de agua vs. calidad ambiental 168
Figura 10.9 Geometría botadero vs. calidad ambiental 168
Figura 10.10 Area reforestada vs. calidad ambiental 169
Figura 10.11 Salario ponderado vs. calidad ambiental 170

PRESENTACIÓN

Dentro del proceso de modernización del Estado Colombiano, el Gobierno Nacional, de manera concertada entre los diversoso actores del sector minero público y privado, expidió El Código de Minas, Ley 685 de 2001.

Con la expedición de esta ley, las autoridades minera y ambiental elaboraron y adoptaron las Guías Mineras para adelantar la gestión ambiental en los proyectos del sector, con el fin de facilitar y agilizar las actuaciones de las autoridades y los particulares. Es por tanto satisfactorio para el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, colocar a disposición de la sociedad en general y de la comunidad minera en particular esta guía minero-ambiental, que se constituye en el referente técnico de gestión minero-ambiental para las actividades de explotación y acopio de minería subterránea de carbón .

Se pretende que esta guía sea el instrumento de consulta y orientación de carácter conceptual, metodológico y procedimental para la planeación, operación y seguimiento minero ambiental de la minería subterránea de carbón y de patios de acopio de carbón en el país. Esta guía estará dirigida a la autoridad minera y sus delegadas, a la autoridad ambiental y corporaciones regionales, a los gremios y organizaciones mineras, a los concesionarios mineros, a los contratistas y operadores mineros, a los beneficiadores mineros, a los auditores minero ambientales, a los entes territoriales, a los consultores, a la academia y a los inversionistas.

INTRODUCCIÓN

La actualización de la Guía Minero Ambiental de Minería Subterránea y Patios de Acopio de Carbón permite tener una herramienta de consulta y orientación desde el punto de vista conceptual y metodológico para mejorar la gestión y desempeño minero-ambiental. Está realizada con el doble propósito de introducir al concesionario en los aspectos pertinentes al desarrollo y operación de un proyecto minero de una forma técnica, sostenible y ambientalmente viable y para que se adapten y apliquen los lineamientos planteados en esta guía a las características específicas del área contratada para explotación.

Además de ser un instrumento de consulta obligatoria, enfocado a orientar técnicamente la realización de las obras de construcción y montaje de explotación y patios de acopio, servirá para la planeación, ejecución y seguimiento de las actividades de carácter minero-ambiental, que deben ser realizadas en relación directa con las actividades mineras.

La sanción de la Ley 685 de 2001, Código de Minas, interpretando la necesidad funcional de integrar el manejo ambiental con relación al desarrollo de las actividades mineras, contempló en su artículo 199, la realización de guías minero-ambientales para orientar el desarrollo de las actividades sectoriales y para ser un complemento de los términos de referencia mineros y ambientales.

Debe entenderse que la Guía Minero Ambiental de Minería Subterránea y Patios de Acopio de Carbón, corresponde al cumplimiento parcial del mandato legal, ya que el artículo mencionado contempla también la elaboración y oficialización de Términos de Referencia específicos, tanto mineros como ambientales y la implementación de Auditorias Ambientales, para el control y seguimiento de las acciones derivadas de la ejecución del proyecto minero.

Es importante resaltar que la guía minero ambiental del carbón, se ha venido trabajando desde 1997, enmarcada en la política de producción más limpia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; por ello, la guía que aquí se presenta es una actualización, en concordancia con la Ley 685 de 2001, de las guías ambientales de minería subterránea del carbón (Minminas et al., 2001), el manual de patios de acopio de carbón (Minminas & Ecocarbón, 1997) y las guias de exploración, explotación, beneficio y transformación elaboradas por los ministerios de Minas y Energía y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, publicadas en agosto de 2001. Como valor agregado esta guía profundiza en la evaluación de impactos ambientales, en la prevención, mitigación y compensación de dichos impactos asociados a las etapas objeto de esta guía.

La actualización de la Guía Minero Ambiental de Minería Subterránea y Patios de Acopio de Carbón contempla la actividad de explotación de carbón por minería subterránea y patios de acopio de carbón incluyendo las actividades de beneficio asociadas a los patios de acopio que se describen en el capitulo MSC 5, acorde con el alcance previsto en el estudio. Con el fin de orientar a los usuarios de esta guía en los trabajos de exploración (LTE), en el capitulo MSC 4, se adicionan las actividades geológicas y mineras y la gestión ambiental que se deben realizar en las etapas de prospección y exploración. Esta guía no incluye los demás aspectos de beneficio y transformación que se realicen fuera de los patios de acopio.

OBJETIVO

Presentar al concesionario minero, los gremios, subcontratistas mineros, a las entidades mineras y ambientales y sus delegadas, una herramienta de gestión para el desempeño minero-ambiental que oriente la ejecución de las obras de construcción y

montaje de explotación y patios de acopio, con el fin de facilitar y agilizar las actuaciones de las autoridades y de los particulares, enfocando su aplicación hacia la explotación racional del recurso carbón y al correcto manejo minero - ambiental que de la ejecución de estas actividades se derive.

EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y VISIÓN PROSPECTIVA DE LA MINERÍA SUBTERRÁNEA

En Colombia existen 1335 explotaciones de carbón por minería subterránea en las zonas carboníferas de Cesar, Norte de Santander, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia – Antiguo Caldas y Valle del Cauca - Cauca (Minercol, 2001).

Dentro de estas zonas se pueden distinguir la existencia de explotaciones de gran envergadura, con tecnología de punta, en la Zona Carbonífera Cesar. Allí se adelantan de manera simultánea los métodos de tajo largo y de cámaras y pilares, totalmente mecanizados. En el método de tajo largo, para la preparación se utilizan mineros continuos y para el arranque rozadora, el sostenimiento es mediante arcos metálicos y en el frente se utilizan escudos automarchantes; la evacuación del carbón se hace mediante cintas transportadoras. En el método de cámaras y pilares, el arranque se realiza con minero continuo, el cargue con pequeños cargadores diesel y banda transportadora y el sostenimiento con arcos metálicos. La producción por minería subterránea en la Zona Cesar, es el 12% del total nacional.

En las otras zonas carboníferas de Colombia donde existen explotaciones por minería subterránea, solo hay explotaciones de menor envergadura, el 80% con producciones menores a 10.000 toneladas/año, semimecanizadas y sin mecanización (Minercol, 2001).

La producción por minería subterránea en el país durante el año 2003 fue de 6.434.200 toneladas que equivale al 13 % de la producción nacional, de los cuales se exportaron 2.830.100 toneladas, que es el 6,2% de la exportación nacional.

Con base en proyecciones del sector, se espera que para el año 2006, la producción por minería subterránea sea de aproximadamente 7.000.000 millones de toneladas, con un incremento del 16%.

Una revisión de las diferentes zonas carboníferas del país, permite establecer lo siguiente:

La Zona de Norte de Santander, que es la tercera exportadora del país, después de las zonas de La Guajira y Cesar, tiene actualmente una gran demanda en el mercado internacional para los carbones y el coque; con el fin de poder aumentar sus exportaciones deberá realizar esfuerzos para mejorar su infraestructura interna y continuar con los acuerdos bilaterales con Venezuela.

Las zonas carboníferas de Cundinamarca y Boyacá, tienen posibilidades para aumentar sus producciones para la exportación de carbones coquizables y coque, dadas las posibilidades existentes en el mercado internacional, el potencial y calidad que poseen.

En cuanto hace referencia a los carbones térmicos, en las zonas de Boyacá, Cundinamarca y Antioquia, para lograr un aumento en su consumo se requiere una mayor utilización del carbón por parte de la industria, especialmente de las carboeléctricas existentes y la construcción de nuevas.

En la Zona Carbonífera Valle del Cauca – Cauca, la producción en los últimos 10 años ha estado hacia la baja; no obstante, en el año 2004 se ha presentado un repunte de producción debido a los altos precios que han alcanzado los carbones en Cundinamarca y Boyacá.

ANÁLISIS TÉCNICO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INTEGRACIÓN EN ÁREAS CON MINERÍA SUBTERRÁNEA

El programa de proyectos de integración fue diseñado como una alternativa, para integrar áreas en zonas principalmente de pequeña minería, con el fin de obtener explotaciones que técnica, económica, social y ambientalmente sean viables para una mejor recuperación y aprovechamiento de los recursos carboníferos del país.

De igual manera se consideran aquellas zonas, que acometidas por minería de hecho no viable de legalizar en esas condiciones, puedan ser recuperadas a través de un único proyecto minero, económico y ambientalmente viable.

La integración de áreas está considerada, en el actual Código de Minas, ley 685 de 2001, en su artículo 101, que a la letra dice: "Integración de áreas. Cuando las áreas correspondientes a varios títulos pertenecientes a uno o varios beneficiarios para un mismo mineral, fueren contiguas o vecinas, se podrán incluir en un programa único de exploración y explotación para realizar en dichas áreas sus obras y labores, simultánea o alternativamente, con objetivos y metas de producción unificados, integrándolas en un solo contrato. Con este propósito, los interesados deberán presentar a la autoridad minera el mencionado programa conjunto para su aprobación y del cual serán solidariamente responsables.

En las áreas vecinas o aledañas al nuevo contrato de concesión, donde estuvieren en trámite solicitudes de concesión o mineros informales por legalizar, si hubiese consenso, se podrán integrar estas áreas al mismo contrato de concesión.

Cuando en el programa único de exploración y explotación solo queden comprometidas partes de las áreas correspondientes a los interesados, será opcional para estos unificar tales áreas en un solo contrato o conservar vigentes los contratos originales".

Durante 1995, como resultado de las evaluaciones técnicas adelantadas en desarrollo del programa social de legalización, en una primera fase, se identifico preliminarmente, que existía un potencial de integración de 59 áreas.

De acuerdo con Minercol, 2001, hasta esta fecha se habían adelantado 30 proyectos de integración en áreas de pequeñas explotaciones con minería subterránea, en las zonas carboníferas de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander y uno (1) en un área de explotación de gran envergadura en La Jagua de Ibirico, Departamento Cesar, a cielo abierto.

De este total 16 proyectos se encuentran en ejecución, 12 se encontraban en estudio y dos en proceso de contratación.

En el primer cuadro se presentan los resultados de los proyectos de integración en ejecución, en las diferentes zonas carboníferas.

En el segundo cuadro, se presenta el número de proyectos de integración en estudio, por zona carbonífera en áreas de pequeñas explotaciones.

Un análisis de los resultados obtenidos durante la ejecución del programa permite establecer lo siguiente:

En el área de La Jagua de Ibirico existían en 1996, 14 contratos de explotación de pequeña y mediana minería, explotados en general de manera antitécnica; con base en el programa de integración se logró transformar esta situación, obteniéndose los siguientes resultados:

Ordenamiento jurídico, hoy en día solo existen tres contratos. Una explotación racional desde el punto de vista técnico, ambiental, social y económicamente viable.

En cuanto a las otras zonas carboníferas donde se hicieron estudios para proyectos de integración: Norte de Santander, Boyacá, Cundinamarca y Antioquia, se espera que con el desarrollo de 29 proyectos, se produzca de manera técnica y eficiente, aproximadamente el 25% de la producción total de estas zonas.

Proyectos de integración en ejecución

ZONA	NO. DE PROYECTOS	PRODUCCIÓN ACTUAL (T/AÑO)	PRODUCCIÓN PROYECTADA (T/AÑO)	PRODUCCIÓN PROYECTADA / PRODUCCIÓN REGIONAL (%)
Antioquia	2	13.200	36.000	5,0
Cundinamarca	2	163.000	360.000	31,3
Boyacá	8	38.500	180.000	13,7
Norte de Santander	3	80.400	174.000	18,0
TOTAL	15	295.100	750.000	16,6

Fuente: Minercol, 2001

Proyectos de integración en estudio

ZONA	No. DE PROYECTOS
Antioquia	2
Boyacá	4
Cundinamarca	3
Norte de Santander	3
TOTAL	12

Fuente: Minercol, 2001

MSC 1
INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LA GUÍA

La Guía Minero Ambiental de Minería Subterránea de Carbón y Patios de Acopio, integra la gestión ambiental en los aspectos geológicos y mineros de la planeación, construcción, montaje, operación y cierre y abandono de las explotaciones.

1.1 ESTRUCTURA Y NOMENCLATURA

La guía está desarrollada en 11 capítulos, según se muestra en la Tabla 1.1

En el capítulo 7, en la sección correspondiente a Identificación de Impactos Ambientales y en el Capítulo 8, Medidas de Manejo Ambiental, se referencian las Fichas de Manejo Ambiental con la nomenclatura que se presenta en la Figura 1.1.

1.2 PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DE LA GUÍA

El usuario interesado en conocer por ejemplo las actividades de Construcción y Montaje, deberá realizar el siguiente procedimiento:

- Identificar la actividad de interés, en relación con las Obras y Trabajos de Explotación Subterránea de Carbón, Capítulo MSC 6.
- En la sección 6.1 Actividades y Operaciones Unitarias de la Explotación Subterránea, identifica las actividades de interés. Para el caso del ejemplo tome la operación Apertura y Desarrollo y la actividad voladura.
- En el Capítulo MSC 7, identificar los impactos ambientales que generan dichas actividades.
- Igualmente en el Capítulo MSC 7 identicar los riesgos que inherentes a dichas actividades.
- En el Capítulo MSC 8, identificar la correspondiente Ficha de Manejo, que para el ejemplo es la MSC-8-17.
- Adecuar el contenido de la ficha a las condiciones específicas del proyecto minero.

Tabla 1.1 Contenido de la guía

CAPÍTULO	TÍTULO
	Introducción
MSC 1	Instrucciones para el uso de la guía
MSC 2	Marco jurídico
MSC 3	Normas técnicas, geológicas, mineras y ambientales
MSC 4	Etapas y fases de un proyecto geológico minero
MSC 5	Construcción y montaje de la minería subterránea y patios de acopio de carbón
MSC 6	Obras y trabajos de explotación subterránea de carbón
MSC 7	Evaluación ambiental de la explotación subterránea y patios de acopio de carbón
MSC 8	Medidas de manejo ambiental
MSC 9	Seguimiento y monitoreo ambiental
MSC 10	Gestión ambiental
MSC11	Evaluación de riesgos y plan de contingencia
	Bibliografía

1.3 USO DE LA GUÍA EN CD

En caso que la guía sea utilizada en medio magnético, su uso es similar a la anterior; sin embargo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La guía está diseñada para que se pueda navegar a través de toda la información, utilizando "hipervínculo"; por ejemplo, desde la matríz de contenido se podrá consultar cada una de las actividades, impactos y medidas de manejo.
- Los "hipervínculos" se identifican cuando al ubicar el *mouse* del computador sobre una palabra o texto, aparece un símbolo de mano. Además estos textos se resaltan en color diferente.
- Igualmente en la finalización de cada capítulo y de cada ficha de manejo, se encontrará un ícono, que permite regresar al menú principal *autorun*.

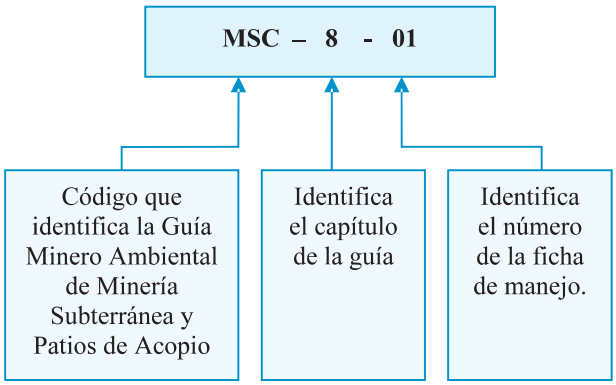

Figura 1.1 Nomenclatura para identificación de la guía

MSC 2
MARCO JURÍDICO

El marco jurídico y sus decretos reglamentarios y complementarios, tanto para el marco legal minero como para el marco legal ambiental, está fundamentado en la Ley 685 de 2001 y en la Ley 99 de 1993 respectivamente. En la Tabla 2.1 se consignan los aspectos mineros y ambientales considerados en las legislaciones respectivas.

2.1 MARCO LEGAL MINERO

El Código de Minas, Ley 685 de 2001, regula las relaciones jurídicas de la autoridad minera con los particulares y concesionarios mineros durante las diferentes fases y etapas de desarrollo de la industria minera, desde la prospección, exploración, construcción y montaje, explotación, beneficio, transformación, transporte y promoción de los minerales que se encuentren el suelo o subsuelo, ya sea de propiedad estatal o privada, con excepción de la exploración y explotación de los hidrocarburos líquidos y gaseosos. A continuación se definen las reglas y principios que regulan la actividad minera en el país.

2.1.1 Normas constitucionales mineras

Las reglas y principios que regulan el desarrollo de la industria minera en el país están consagrados en los artículos 25, 80, del parágrafo del Artículo 330 y los artículos 102, 332, 334, 360 y 361. El Artículo 58 de la Constitución Política, declara de utilidad pública e interés social la industria minera en todas sus ramas y fases. De conformidad con el artículo 84 de la Constitución Política no se podrán expedir permisos, licencias y ejercicio del título minero, sin perjuicio de la competencia de la autoridad ambiental. En la tabla 2.2 se relacionan los aspectos constitucionales mineros.

2.1.2 Ley 685 de 2001

La actividad minera del país está regulada por la Ley 685 de 2001, Código de Minas, cuyos objetivos fundamentales permiten fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos minerales, estimular la actividad minera en orden a satisfacer la demanda nacional y externa y el aprove-

Tabla 2.1 Marco legal minero y ambiental

MARCO LEGAL MINERO	MARCO LEGAL AMBIENTAL
• Normas Constitucionales Mineras • Código de Minas – Ley 685 de 2001 • Registro Minero • Contrato de Concesión Minera • Zonas Mineras Especiales • Normas Reglamentarias y Complementarias. • Trámites Mineros • Medios e Instrumentos Mineros	• Normas y Principios Constitucionales • Convenios Internacionales Suscritos por Colombia • Normas Ambientales Generales • Normatividad sobre Participación Ciudadana y Comunitaria y el patrimonio cultural • Normas sobre Patrimonio Natural y Monumentos Nacionales • Normas Específicas sobre Recursos Naturales Renovables • Normas que regulan la administración de riesgos, prevención de desastres y los planes de contingencia • Requisitos legales en la gestión ambiental de proyectos de explotación subterránea y patios de acopio de carbón.

chamiento de los recursos naturales no renovables en armonía con las normas de explotación racional y del medio ambiente.

En la Tabla 2.3 se resume por capítulo las normas y principios fundamentales que regulan la actividad minera en el país.

2.1.3 Registro minero

El Registro Minero Nacional es un medio de autenticidad y publicidad de los actos y contratos estatales y privados, que tiene por objeto principal la constitución, conservación, ejercicio y gravamen de los derechos a explorar y explotar minerales, emanados de títulos otorgados por el Estado o de títulos de propiedad privada del subsuelo.

Únicamente se podrá constituir, declarar y probar el derecho a explorar y explotar minas de propiedad estatal, mediante el contrato de concesión minera, debidamente otorgado e inscrito en el Registro Minero Nacional.

2.1.4 Contrato de concesión minera

Es el que celebra el Estado y un particular para efectuar, por cuenta y riesgo de este, los estudios, traba-

Tabla 2.2 Artículos y normas de la Constitución Política

ART.	TEMA	DESCRIPCIÓN
25	De los derechos fundamentales	Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas.
58	De los derechos sociales, económicos y culturales	Se garantizan la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no pueden ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores
80	De los derechos colectivos y del ambiente	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
84	De la protección y aplicación de los derechos	Cuando un derecho o una actividad hayan sido reglamentados de manera general, las autoridades públicas no podrán establecer ni exigir permisos, licencias o requisitos adicionales para su ejercicio.
102	Del territorio	El territorio, con los bienes públicos que de él forman parte, pertenece a la nación.
330	Del régimen especial	De conformidad con la constitución y las leyes, los territorios indígenas estarán gobernados por consejos conformados y reglamentados según los usos y costumbres de sus comunidades
332	Del régimen económico y de la hacienda publica	El estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes.
334	Del régimen económico y de la hacienda publica	La dirección general de la economía estará a cargo del Estado.
360	De la distribución de recursos y de las competencias	La ley determinó las condiciones para la explotación de los recursos naturales no renovables así como los derechos de las entidades territoriales sobre los mismos.
361	De la distribución de recursos y de las competencias	Con los ingresos provenientes de las regalías que no sean asignados a los departamentos y municipios, se creará un Fondo Nacional de Regalías cuyos recursos se destinarán a las entidades territoriales en los términos que señale la ley.

Nota: ART.= Artículo

Tabla 2.3 Normas y principios fundamentales del Código de Minas, Ley 685 de 2001

TITULO	SECCION	COMENTARIO
TITULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES	CAPITULO I La Propiedad Estatal (Art. 1 al 13)	Se manifiesta la propiedad de los minerales del suelo y subsuelo y garantiza la prospección a nivel Nacional libre y sin ningún permiso ni minero ni ambiental.
	CAPITULO II Derecho a explorar y explotar (Art. 14 al 30)	
	CAPITULO III Zonas reservadas, excluidas y restringidas (Art. 31 al 38)	
	CAPITULO IV Prospección (Art. 39 al 44)	
TITULO SEGUNDO LA CONCESION DE MINAS	CAPITULO V El contrato de concesión (Art. 45 al 63)	Se establece la solicitud de propuesta de contrato como único autorización minera para la exploración, construcción y montaje y explotación de cualquier mineral en el territorio Nacional. Aclaran las normas técnicas en cada una de sus etapas para su desarrollo.
	CAPITULO VI Area de la concesión (Art. 64 al 69)	
	CAPITULO VII Duración de la concesión (Art. 70 al 77)	
	CAPITULO VIII Los trabajos de exploración (Art. 78 al 88)	
	CAPITULO IX Construcción y montaje mineros (Art. 89 al 94)	
	CAPITULO X Obras y trabajos de explotación (Art. 95 al 100)	
	CAPITULO XI Operaciones conjuntas (Art. 101 al 107)	
	CAPITULO XII Terminación de la concesión (Art. 108 al 115)	
TITULO TERCERO REGÍMENES ESPECIALES	CAPITULO XIII Materiales para vías públicas (Art. 116 al 120)	Como régimen especial se tiene las autorizaciones temporales para la explotación de materiales de construcción para proyectos viales, las solicitudes presentadas dentro de territorios de comunidades o grupos étnicos y la explotación en áreas marinas.
	CAPITULO XIV Grupos étnicos (Art. 121 al 136) .	
	CAPITULO XV Minería marina (Art. 137 al 151).	
TITULO CUARTO MINERÍA SIN TITULO	CAPITULO XVI Minería ocasional (Art. 152 al 158)	Se establecen los requisitos y procedimientos para la legalización de aquellas explotaciones mineras que no cuentan con titulo minero alguno
	CAPITULO XVII Exploración y explotación ilícita de minas (Art. 159 al 165)	
TITULO QUINTO ASPECTOS EXTERNOS A LA MINERÍA	CAPITULO XVIII Servidumbres mineras (Art. 166 al 185)	Se establecen los instrumentos para obtener las servidumbres; poder expropiar y manejar adecuadamente los recursos naturales renovables y no renovables, de acuerdo con el medio ambiente
	CAPITULO XIX Expropiación (Art. 186 al 193)	
	CAPITULO XX Aspectos ambientales (Art. 194 al 216)	

Sigue página 24

TITULO	SECCION	COMENTARIO
TITULO SEXTO ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DE LA MINERÍA	CAPITULO XXI Regímenes asociativos (Art. 217 al 225)	Se tienen en cuenta todos los aspectos económicos, tributarios, garantías y aspectos sociales que conlleva tener un título minero.
	CAPITULO XXII Aspectos económicos y tributarios (Art. 226 al 236)	
	CAPITULO XXIII Garantías mineras (Art. 237 al 247)	
	CAPITULO XXIV Aspectos sociales de la minería (Art. 248 al 257)	
TITULO SÉPTIMO ASPECTOS PROCEDIMENTALES	CAPITULO XXV Normas de procedimiento (Art. 258 al 298)	Se determina los procesos administrativos para definir oposiciones o amparos administrativos que se realicen dentro de un negocio minero. Además de establecer el sistema de información único de minería y las políticas para este sector.
	CAPITULO XXVI Oposiciones (Art. 299 al 305)	
	CAPITULO XXVII Amparo administrativo (Art. 306 al 316)	
	CAPITULO XXVIII Competencia (Art. 317 al 326)	
	CAPITULO XXIX Registro Minero Nacional (Art. 327 al 335)	
	CAPITULO XXX Sistema Nacional de Información Minera (Art. 336 al 342)	
	CAPITULO XXXI Consejo asesor de política minera (Art. 343 al 347)	
TITULO OCTAVO DISPOSICIONES FINALES	CAPITULO XXXII Disposiciones especiales y de transición (Art. 348 al 362)	Se enuncia las normas que derogan esta nueva Ley.

jos y obras de exploración de minerales de propiedad estatal que puedan encontrarse dentro de una zona determinada y para explotarlos en los términos y condiciones establecidos en el Código de Minas.

El contrato de concesión comprende dentro de su objeto las fases de exploración técnica, explotación económica, beneficio de minerales por cuenta y riesgo del concesionario y el cierre o abandono de los trabajos u obras correspondientes. En la Tabla 2.4 se presentan los tiempos de duración que establece el Código de Minas para el ciclo minero, mencionando la situación en que estos períodos pueden ser mayores o menores.

2.1.5 Zonas mineras especiales

En el Código de Minas se considera conveniente reservar, excluir o restringir la actividad minera, en aquellas áreas del territorio nacional que gozan de un estatus especial dentro de la legislación nacional o cuentan con alguna restricción especial del orden nacional, regional o local.

En la tabla 2.5 se resumen los aspectos más importantes para la identificación de las áreas reservadas, excluidas, restringidas, de las comunidades indígenas y negras mineras.

2.1.6 Normas reglamentarias y complementarias

En virtud de la reglamentación de algunos artículos del Código de Minas, el Ministerio de Minas y Energía ha expedido normas reglamentarias y complementarias a estos artículos, tal como se muestra en las tablas 2.6 y 2.7.

2.1.7 Trámites mineros

La Figura 2.1 representa en forma esquemática, los diferentes pasos que se deben seguir en la solicitud de un área para un contrato de concesión minera, según la Ley 685 de 2001.

2.1.8 Medios e instrumentos mineros

La Ley 685 de 2001, estableció adicionalmente una serie de instrumentos que el concesionario minero deberá tener en cuenta cuando solicite un área en concesión minera; se refieren principalmente a los siguientes:

Términos de Referencia para los Trabajos de Exploración y Programa de Trabajos y Obras (PTO). Tienen como objetivo facilitar y agilizar las actuaciones de la autoridad minera o sus delegadas y de los particulares. El interesado en una propuesta de contrato de concesión se obliga a adelantar Los Trabajos de Exploración y el Programa de Trabajos y Obras de Explotación de acuerdo con los Términos de Referencia y las guías adoptadas por la autoridad minera.

Guias Minero Ambientales. Tienen como objeto facilitar y agilizar las actuaciones de las autoridades mineras y ambientales así como de los particulares.

Auditorías Mineras Externas. Son profesionales y firmas de reconocida y comprobada idoneidad en el establecimiento y desarrollo de proyectos mineros, para que a petición y a costa del contratista, evalúen los estudios técnicos presentados y hagan la auditoría de las obras y labores del proyecto y de la forma como da cumplimiento a sus obligaciones. Son auxiliares de la autoridad minera, la cual conservará su autonomía y facultad decisoria.

2.2 MARCO LEGAL AMBIENTAL

El marco legal ambiental, está fundamentado en la Ley 99 de 1993 y en sus decretos y normas reglamentarias. Los principios generales en que se fun-

Tabla 2.4 Duración de la concesión.

ETAPAS	PERÍODO AÑOS	PRORROGA AÑOS	DISMINUCIÓN DEL PERÍODO	
			SITUACIÓN	CONDICIÓN
Exploración	3	2	Podrá ser menor a 3 años por solicitud del proponente	Cumplimiento obligaciones mínimas exigidas para esta etapa del contrato
Construcción y Montaje	3	1	Podrá ser menor cuando la explotación se realice en forma anticipada y lo permitan la infraestructura y montajes provisionales o incipientes	Aviso previo y por escrito a la autoridad minera y presentación del Programa de Obras y Trabajos de la explotación anticipada
Explotación	24		Será menor cuando el concesionario haga uso de las prórrogas en los períodos de exploración, construcción y montaje.	
Total Concesión	30	30		

Tabla 2.5 Zonas mineras reservadas, excluidas, restringidas y de minorías étnicas.

TIPO DE ZONAS		OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Reservas Especiales	Zonas de explotaciones tradicionales de minería informal	El estado delimitará zonas donde provisionalmente no se admitirá nuevos propuestas ni contratos de concesión y sobre los cuales adelantará estudios geológicos mineros para proyectos mineros especiales. Y de reconversión.	**Proyectos Mineros Especiales**: Proyectos mineros comunitarios donde es posible realizar un aprovechamiento minero. **Proyectos de Reconversíon:** Donde no es posible llevar a cabo el aprovechamiento del recurso minero. Acción orientada a la capacitación en nuevas actividades económicas, o complementarias a la actividad minera.
	Zonas de Seguridad Nacional	El Gobierno nacional establecerá zonas donde sólo por razones de seguridad nacional no podrá presentarse propuesta ni contratos de concesión.	Se mantendrá mientras subsistan las razones que motivaron su creación.
Exclusión	Sistema de Parques Nacionales Naturales	En estas zonas no podrá adelantarse actividades mineras	Estas zonas deberán ser delimitadas geográficamente por la autoridad ambiental con base en estudios técnicos, sociales y ambientales, con colaboración de la autoridad minera.
	Parques Naturales Regionales	Pueden adelantarse actividades mineras en forma restringida, cuando la autoridad ambiental autorice su sustracción.	
	Zonas de Reserva Forestal	Pueden adelantarse actividades mineras en forma restringida, cuando la autoridad ambiental autorice su sustracción.	
Restringidas	Dentro del Perímetro urbano	Evitar conflictos y realizar los trabajos mineros respetando las normas existentes.	Podrán efectuarse trabajos y obras de exploración y de explotación de minas con la autorización de las autoridades competentes, dueños de predios o con los permisos respectivos.
	Areas ocupadas por Construcciones rurales		
	Zonas de Interés arqueológico, histórico o cultural		
	Playas, zonas de bajamar y trayectos fluviales servidos por empresas públicas de transporte		
	Areas ocupadas por una obra pública o adscritas a un servicio público		

Sigue página 27

TIPO DE ZONAS		OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Mineras ocupadas por comunidades indígenas y negras	Mineras Indígenas Mineras de comunidades negras Mineras Mixtas	Todo explorador o explotador de minas está en obligación de realizar sus actividades de manera que no vaya en desmedro de los valores culturales, sociales y económicos de las comunidades y grupos étnicos quienes ocupan real y tradicionalmente el área objeto de las concesiones o de títulos de propiedad privada del subsuelo.	La autoridad minera previa solicitud expresa de la comunidad indígena señalará y delimitará, con base en estudios técnicos y sociales, dentro de los territorios indígenas, **zonas mineras indígenas** en las cuales la exploración y explotación minera deberá tener en cuenta la participación de las comunidades y grupos asentados en dichos territorios.En los terrenos baldíos adjudicados como de propiedad colectiva de una comunidad negra, la autoridad minera podrá establecer **zonas mineras especiales**. Los trabajos mineros se ejecutarán respetando y protegiendo los valores que constituyen la identidad cultural y formas tradicionales de la explotación de las comunidades negras. La autoridad minera dentro de territorios ocupados por comunidades negras e indígenas, establecerá **zonas mineras mixtas**_en beneficio conjunto o compartido de estas minorías, a solicitud de uno o los dos grupos étnicos.

damenta este marco legal ambiental, esta dado en la Tabla 2.1.

2.2.1 Constitución política

El principal fundamento ambiental y de participación ciudadana y comunitaria, de nuestro país, se consolida en la Constitución Política de Colombia, al consagrar principios esenciales referidos en la Tabla 2.8, tales como: Definir a Colombia como un Estado Social de Derecho, democrático, descentralizado, participativo, solidario y pluralista. Consagra como uno de sus fines esenciales, facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la nación. Se efectúa el reconocimiento de la diversidad étnica y cultural de la nación, la autonomía de administración de los territorios indígenas y el derecho de estos a participar en la explotación de los recursos naturales en sus territorios.

2.2.2 Convenios internacionales suscritos por Colombia

En el campo ambiental, es indudable que uno de los pilares sobre los cuales debe actuar Colombia, junto con los sectores productivos y entre ellos el sector minero debe enmarcarse en el cumplimiento

Tabla 2.6 Normas reglamentarías Ley 685 de 2001.

NORMA	DESCRIPCIÓN
Resolución 18-1145 de 2001	Reglamenta la delegación de MinMinas en los gobernadores de departamentos y en los alcaldes de ciudades capital de departamento sus funciones de tramitación y celebración de contratos de concesión.
Resolución 18-1191 de 2001	Excepción en las funciones delegadas al Gobernador del Departamento del Cesar.
Resolución 18-1192 de 2001	Excepción en las funciones delegadas al Gobernador del Departamento de Boyacá.
Resolución 18-1193 de 2001	Excepción en las funciones delegadas al Gobernador del Departamento de Caldas.
Resolución 18- 1194 de 2001	Excepción en las funciones delegadas al Gobernador del Departamento de Antioquía.
Resolución 18-1195 de 2001	Excepción en las funciones delegadas al Gobernador del Departamento de Norte de Santander.
Resolución 18-1320 de 2001	Ordena cancelación de la inscripción de los aportes en el Registro Minero Nacional
Resolución 18 1568 de 2001	Por la cual se modifica la Resolución 18 1145 de 2001.
Resolución 18-1847 de 2001	Formulario para la legalización de explotaciones mineras sin título inscrito en el Registro Minero Nacional
Resolución 0034 de 2001	Formulario de propuesta de Contrato Unico de Concesión.
Resolución 0036 de 2001	Adición a la Resolución 0034 de 2001 y se deroga la Resolución 014 de 2000.
Decreto 2353 de 2001	Reglamentación al recaudo y distribución de las regalías.
Decreto 136 de 2002	Modificación del parágrafo del articulo tercero del decreto 2353 de 2001
Resolución 18 0635 de 2002	Excepción en las funciones delegadas al Gobernador de departamento de la Guajira.
Decreto 2390 2002	Por el cual se reglamenta el artículo 165 del Código de Minas
Decreto 1993 2002	Por el cual se establece el Sistema de Información Minero Colombiano "SIMCO"
Decreto 136 2002	Por medio del cual se hace una modificación al Decreto 2353 de 2001
Resolución 181515 2002	Por la cual se delega la administración del Sistema de Información Minero Colombiano "SIMCO" y se adopta el Formato Básico Minero - FBM
Resolución 18 0859 2002	Por medio de la cual se adoptan los Términos de Referencia para Trabajos de Exploración y Programa de Trabajos y Obras en Proyectos Mineros
Resolución 18 0861 20/2002	Por medio de la cual se adoptan las guías minero ambientales de exploración, explotación, beneficio y trasnformación
Decreto 3290 2003	Por el cual se establecen requisitos y Especificaciones de orden técnico para la presentación de planos
Decreto 2653 2003	Por el cual se reglamenta el articulo 63 de la Ley 685 de 2001
Decreto 2191 2003	Por el cual se adopta el Glosario Técnico Minero
Resolución 181108 2003	Por medio de la cual se adopta la clasificación de Minerales del

Sigue página 29

NORMA	DESCRIPCIÓN
	Sector Colombiano.
Decreto 0295 2004	Por el cual se designa el gerente Liquidador de la Empresa Nacional Minera Ltda.
Decreto 0256 2004	Por le cual se modifica la Planta de Personal de la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME
Decreto 0255 2004	Por le cual se modifica la estructura de la unidad de Planeación Minero Energética, UPME, y se dictan otras disposiciones
Decreto 0254 2004	Por el cual se ordena la supresión, disolución y liquidación de la Empresa Nacional Minera Limitada, Minercol Ltda. Empresa Industrial y Comercial del estado
Decreto 0252 2004	Por el cual se reestructura el Instituto de Investigación e Información Geocientífica, minero – Ambiental y Nuclear Ingeominas.
Decreto 0253 2004	Por el cual se modifica la planta de personal del instituto Colombiano de Geología y Minería – Ingeominas.
Resolución 180074 2004	Por medio de la cual se delegan unas funciones a Ingeominas
Resolución 180073 2004	Por medio de la cual se reasumen unas funciones

Tabla 2.7 Normas complementarias del marco legal minero.

NORMA	TEMA	DESCRIPCIÓN
Decreto 1335 de 1987	Seguridad minería subterránea	Reglamento de seguridad en las labores de minería subterránea.
Decreto 2222 de 1993	Seguridad e Higiene Industrial en la minería a cielo abierto	Reglamenta todo lo concerniente a la higiene y seguridad industrial de las actividades mineras a cielo abierto.
Ley 141 de 1994	Ley de Regalías	Crea el fondo Nacional de Regalías. Consagra el derecho del estado de percibir regalías por la explotación de los recursos naturales no renovables.
Ley 619 de 2000	Regalías	Modifica la Ley 141 de 1994, estableciendo criterios de distribución.
Ley 756 de 2002	Regalías	Modifica la Ley 141 de 1994, estableciendo criterios de distribución.

y desarrollo de su gestión ambiental acorde con los tratados internacionales sobre medio ambiente y desarrollo sostenible. La tabla 2.9, resume dichos convenios.

2.2.3 Normas ambientales generales

Las principales normas generales que engloban los aspectos ambientales de las actividades productivas, y entre estas la minería, están contenidas en la tabla 2.10.

2.2.4 Normatividad sobre participación ciudadana y comunitaria y el patrimonio cultural

En desarrollo de los principios constitucionales, el país ha venido promulgando normas, que definen los mecanismos de participación ciudadana y comunitaria y la forma como las instituciones del Estado, deben intervenir para promover y garantizar dicha participación. Tabla 2.11.

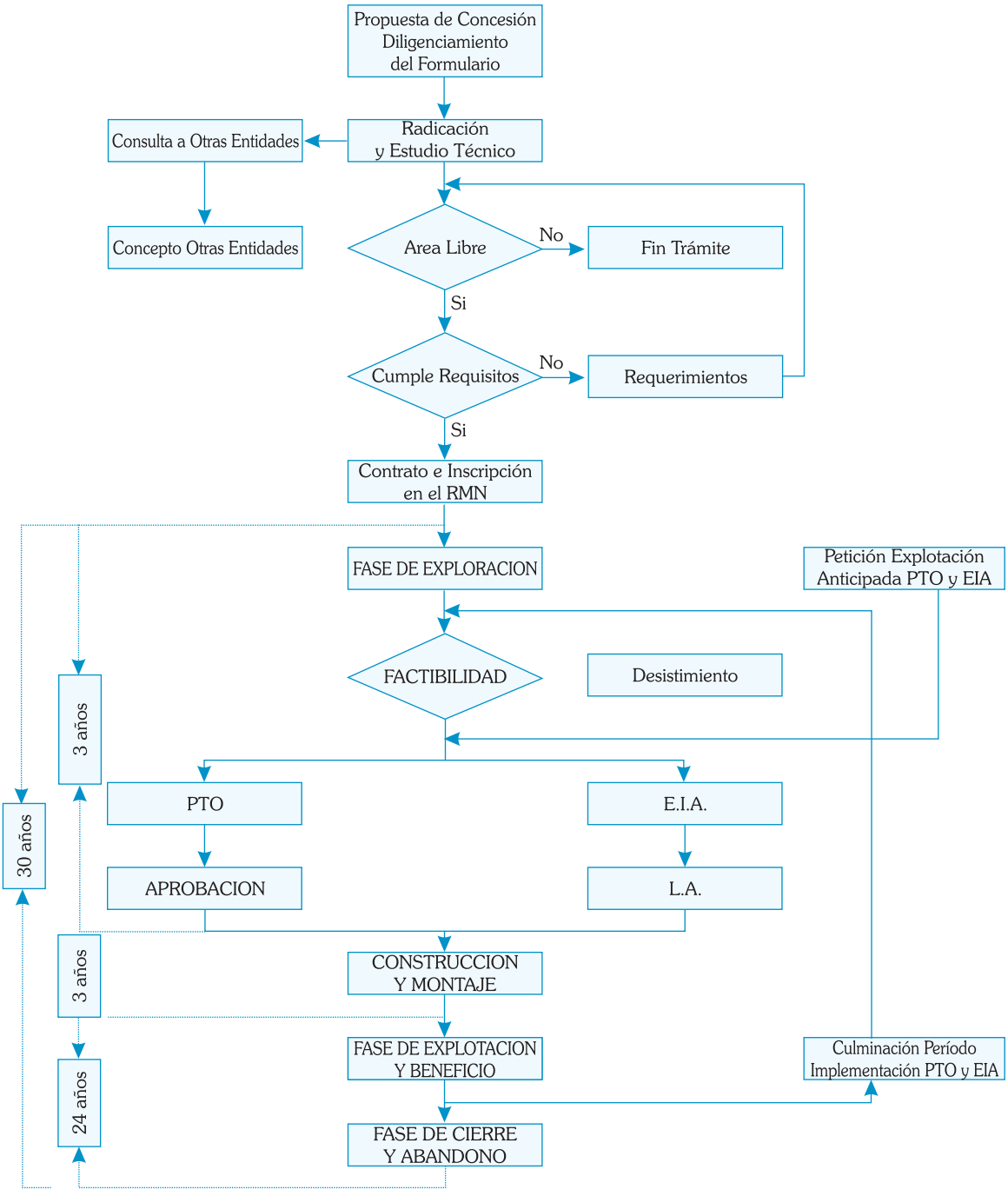

Figura 2.1 Trámites para un área en contrato de concesión. RMN: Registro Minero Nacional. PTO: Programa de Trabajos y Obras. EIA: Estudio de Impacto Ambiental. LA: Licencia Ambiental.
Fuente: Guía Minero Ambiental, MinMinas, Minambiente, 2002.

Tabla 2.8 Normas y principios ambientales y de participación ciudadana y comunitaria contenidos en la constitución nacional.

ART.	TEMA	CONTENIDO
2	Fines esenciales del Estado	Son fines esenciales del Estado: Servir a la comunidad, garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes y facilitar la participación de todos en las decisiones que los afecta.
7	Diversidad étnica y cultural de la Nación	El Estado reconoce y protege la diversidad étnica y cultural de la Nación.
8	Riquezas culturales y naturales de la Nación	Establece la obligación del Estado y de las personas para proteger las riquezas naturales y culturales de la Nación.
49	Atención de la salud y saneamiento ambiental	Consagra como servicio público la atención de la salud y el saneamiento ambiental y ordena al Estado la organización, dirección y reglamentación de los mismos.
58	Función ecológica de la propiedad privada	Establece que la propiedad es una función social que implica obligaciones y que, como tal, le es inherente una función ecológica.
63	Bienes de uso público	Determina que los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables.
72	Patrimonio cultural	El patrimonio cultural de la nación está bajo la protección del Estado
79	Participación comunitaria, y protección ambiental	Consagra el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, de participación de la comunidad en las decisiones que las puedan afectar; la obligación del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y de conservar las áreas de especial importancia ecológica.
80	Planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales	Establece como deber del Estado la planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
88	Acciones populares	Consagra acciones populares para la protección de derechos colectivos sobre el medio ambiente, entre otros, bajo la regulación de la ley.
95	Protección de los recursos culturales y naturales del país	Establece como deber de las personas, la protección de los recursos culturales y naturales del país, y de velar por la conservación de un ambiente sano.
289	Cooperación fronteriza	Cooperación e integración fronteriza sobre medio ambiente
300 y 313	Ordenamiento territorial	Función de los consejos municipales y asambleas departamentales de dictar normas ambientales sobre ordenamiento territorial.
330	Administración de los territorios indígenas	Establece la administración autónoma de los territorios indígenas, con aplicación en los usos del suelo y la preservación de los recursos naturales, entre otros. En la explotación de los recursos naturales de los territorios indígenas, el Gobierno debe propiciar su participación.

Nota: ART.= Artículo
Fuente: Constitución Política de Colombia, 1991.

Tabla 2.9 Convenios internacionales de carácter ambiental suscritos por Colombia

CONVENIO	LEY COLOMBIANA QUE SUSCRIBE EL CONVENIO
Convenio para la protección del patrimonio mundial, cultural y natural	Ley 45 de 1983
Convención de Viena para la protección de la capa de ozono	Ley 30 de 1990
Acuerdo de la cumbre de Río 1992, Agenda 21	Sin refrendar por el Congreso
Protocolo de Montreal, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono	Ley 29 de 1991, Ley 29 de 1992, Ley 306 de 1996
Convenio sobre la biodiversidad biológica	Ley 165 de 1994
Convenio para la protección de las obtenciones vegetales	Ley 243 de 1995
Convenio de Basilea, sobre el control de los movimientos transfonterizos de los desechos peligrosos y su eliminación	Ley 253 de 1996
Convención RAMSAR relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente en habitats de aves acuáticas	Ley 357 de 1997

Tabla 2.10 Principales normas generales ambientales

NORMA	CONTENIDO
Ley 23 de 1973	Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales
Decreto ley 2811 de 1.974	Código nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Establece regulaciones para la protección, uso y manejo de los recursos naturales renovables y el ambiente.
Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente y Organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reforma el sector Público encargado de la gestión ambiental. Organiza el Sistema Nacional Ambiental y exige la planificación de la gestión ambiental de proyectos.
Ley 388 de 1997	Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial.
Ley 491 de 1999	Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal
Decreto 1180 de 2003	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales
Ley 685 de 2001	Por el cual se expide el Código de Minas y entre otras disposiciones se contemplan aspectos ambientales de la minería.
Ley 344 de 1996 – Ley 633 de 2000	Faculta al Ministerio del Medio Ambiente para cobrar los servicios de evaluación y seguimiento de la Licencia Ambiental, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental.
Resolución 1110 de 2002	Se fijan tarifas para el cobro de servicios de evaluación y seguimiento de proyectos, obras o actividades de competencia del Ministerio del Medio Ambiente. Cada Corporación Autónoma Regional tiene la facultad de fijar sus propias tarifas
Decreto 0155 de 2004	Establece tasas por utilización del agua
Decreto 2532 de 2001	Estatuto tributario. Exclusión de impuestos a las ventas para equipos ambientales
Decreto 3172 de 2003	Reglamenta el Artículo 158 del Decreto 2532 de 2001, sobre exenciones tributarias
Resolución 136 de 2004	Establece procedimientos para acceder a descuentos a las rentas

En el anterior sentido, La Ley 21 de 1991 mediante la cual aprueba el Acuerdo No. 169 de la OIT, reconoce las aspiraciones de los pueblos indígenas y tribales a asumir el control de sus propias instituciones y formas de vida, manteniendo o fortaleciendo su identidad cultural; recuerda además la particular contribución de tales pueblos, a la diversidad cultural y a la armonía social y ecológica de la humanidad y la importancia que para ellos representa la relación con sus tierras y territorios que tradicionalmente ocupan o utilizan de alguna manera.

La Ley 70 de 1993, establece mecanismos para proteger la identidad cultural y los derechos de las comunidades negras como grupo étnico, igualmente establece el derecho a la propiedad colectiva en

Tabla 2.11 Normatividad sobre participación ciudadana y comunitaria y el patrimonio cultural

NORMA	CONTENIDO
Ley 21 de 1991	Aprueba el Convenio 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes. Adoptado por la OIT en 1989
Ley 24 de 1992	Organización y funcionamiento de la defensoría del pueblo.
Ley 99 de 1993	Titulo X: Modos y procedimientos de Participación Ciudadana. Derecho a intervenir en los procedimientos administrativos ambientales, audiencias públicas para decisiones ambientales, consulta previa a comunidades indígenas y negras sobre explotación de recursos naturales en sus territorios.
Ley 70 de 1993	Reconocimiento a las Comunidades Negras, los derechos a la propiedad colectiva, a la protección de la identidad cultural y el fomento de su desarrollo económico y social
Decreto 1088 de 1993	Creación de cabildos y autoridades indígenas.
Ley 134 de 1994	Se dictan normas sobre los mecanismos de participación ciudadana como: Cabildo abierto, consulta popular, plebiscito, referendo, veedurías ciudadanas
Decreto 1371 de 1994	Comisión consultiva de alto nivel de que trata el artículo 45 de la Ley 70 de 1993
Decreto 1745 de 1995	Se reglamenta el procedimiento de la titulación colectiva a comunidades negras.
Decreto 1277 de 1996	Zonas de reserve campesinas
Decreto 1397 de 1996	Crea la Comisión Nacional de Territorios Indígenas y la Mesa Permanente de Concertación con los Pueblos y Organizaciones Indígenas
Ley 397 de 1997	Ley General de la Cultura. Área de protección arqueológica en la licencia ambiental. Se desarrolla el Art. 87 de la Constitución, sobre Acciones de cumplimiento.
Ley 393 de 1998	Acción de cumplimiento
Ley 472 de 1998	Reglamenta la acción popular y de grupo para la protección de los derechos colectivos.
Decreto 879 de 1998	Reglamentación de planes de ordenamiento territorial
Decreto 1320 de 1998	Reglamenta la consulta previa con comunidades indígenas y comunidades negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
Decreto 1504 de 1998	Por el cual se reglamenta el uso del espacio público en los planes de ordenamiento territorial
Decreto 1589 de 1998	Sistema Nacional de cultura
Decreto 1818	Estatuto de mecanismos alternativos para resolución de conflictos
Decreto 2001 de 1998	Constitución de resguardos indígenas
Decreto 150 de 1999	Respecto a la vigencia de los planes de ordenamiento territorial
Decreto 1122 de 1999	Sobre la decisión que adopta la autoridad competente cuando no se logra un acuerdo en la consulta previa, con las comunidades indígenas y negras
Decreto 2001 de 1998	Constitución de resguardos indígenas
Ley 685 de2001	Código de Minas. Se establece la obligación de realizar las actividades mineras sin desmedro de los valores culturales, sociales y económicos de las comunidades y grupos étnicos. Establecimiento de zonas mineras indígenas y de comunidades negras.

las tierras baldías que tradicionalmente han venido ocupando.

En los aspectos mineros, la mencionada ley establece el derecho a que las comunidades negras tengan prelación en licencias especiales, para la exploración y explotación de los recursos naturales no renovables, tradicionalmente aprovechados por dichas comunidades.

Por otra parte, la Ley 99 de 1993, en su título de los modos y procedimientos de participación ciudadana, establece el derecho de las personas naturales o jurídicas a intervenir en las actuaciones administrativas relacionadas con los permisos o licencias ambientales; los casos en que podrá realizarse audiencias públicas para obras o actividades objeto de licencia ambiental; el establecimiento de la consulta previa a las comunidades indígenas y negras en relación con la explotación de los recursos naturales en su territorio.

En lo que respecta al Ministerio del Interior, la Ley 199 de 1995, le asigna entre sus funciones certificar la presencia de las comunidades negras e indígenas y garantizar su adecuada participación para que las obras y actividades que se pretendan desarrollar en sus territorios, no vayan en desmedro de su integridad, social, cultural y económica.

2.2.5 Normas que regulan el patrimonio natural y los monumentos nacionales

En la Tabla 2.12 se presentan las normas que reglamentan el uso del patrimonio natural y los monumentos nacionales.

2.2.6 Normas que reglamentan el uso, manejo, aprovechamiento y afectación de los recursos naturales renovables

El desarrollo y operación de un proyecto, de explotación subterránea de carbón, implica el uso, manejo, aprovechamiento y/o afectación de uno o mas recursos naturales renovables, que hacen necesaria la obtención de permisos, autorizaciones o concesiones de los mismos, cuyo otorgamiento está implícito en la licencia ambiental. Las tablas 2.13 a 2.18 contienen las normas que regulan la intervención y control de los recursos naturales renovables, afectables por todo tipo de proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar.

2.2.7 Normas que regulan la administración de riesgos, prevención de desastres y los planes de contingencia

En la Tabla 2.19 se presentan las Normas que regulan la administración de riesgos, prevención de desastres y los planes de contingencia.

2.3 REQUISITOS LEGALES EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE CARBÓN

La gestión ambiental consiste en el conjunto de acciones orientadas a la protección, conservación, recuperación y mejoramiento ambiental de las áreas afectables por las actividades inherentes a la explotación de la minería subterránea de carbón.

Tabla 2.12 Normas que regulan el patrimonio natural y los monumentos nacionales

NORMA	CONTENIDO
Decreto – Ley 2811 de 1974. Parte XII	De los recursos del paisaje y de su protección
Decreto 1715 de 1978	Reglamenta la protección del paisaje en carreteras. Prohibe la alteración de elementos del paisaje
Decreto 3048 de 1997	Consejo de Monumentos Nacionales

La gestión ambiental en nuestro país, contiene medios e instrumentos establecidos en la normatividad ambiental, los cuales se describen a continuación y complementariamente, se acogen otros de cumplimiento voluntario, como las normas técnicas colombianas e internacionales que se refieren en el Capítulo 4.

2.3.1 Licencia ambiental

La normatividad vigente, la define como la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

2.3.2 Licencia ambiental global

Es la autorización otorgada por la autoridad ambiental competente para las obras y actividades relacionadas con los proyectos de explotación minera y de hidrocarburos.

Para cada una de las actividades y obras definidas en la etapa de explotación, es necesario presentar un plan de manejo ambiental, conforme a los términos, condiciones y obligaciones establecidas en la licencia ambiental global. Dicho plan de manejo no está sujeto a evaluación previa de parte de la autoridad ambiental competente y en consecuencia una vez presentado, se podrán iniciar los trabajos y actividades, los cuales estarán sometidos al seguimiento y control ambiental respectivo.

Tabla 2.13 Normatividad atmosférica

NORMA	CONTENIDO
Decreto 2811 de 1974	Código de recursos Naturales renovables y del Medio ambiente
Ley 09 de 1979	Reglamenta título I, de la Ley 09/79 y el Decreto 2811/74. Disposiciones sanitarias sobre emisiones atmosféricas
Ley 99 de 1993	
Decreto 948 de 1995	Normas para prevención y control de la calidad del aire
Resolución 1351 de 1995	Se adopta la declaración sobre Informe de Estado de Emisiones
Resolución 005 de 1996	Reglamenta niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles
Resolución 898 de 1995	Criterios de calidad de combustibles líquidos y sólidos. Modificada por las resoluciones Nos. 125 de 1996, 623 de 1998 y 0068 de 2001
Resolución 8321 de 1983	Ruido
Decreto 1552 de 2000	Tubos de escape
Resolución 619 de 1997	Permisos de emisiones atmosféricas para fuentes fijas
Resolución 1048 de 1999	Niveles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres o diesel en condición de prueba dinámica a partir de 2001
Resolución 907 de 2001	Requisitos, condiciones y límites máximos permisibles de emisión para eliminación de plásticos contaminados con plaguicidas en hornos cementeros
Decreto 1697 de 1997	Modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, respecto a los aceites lubricantes de desechos
Resolución 415 de 1998	Reglamenta lo concerniente a combustión de los aceites de desechos
Resolución 058 de 2002	Establece normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos

2.3.3 Estudio de Impacto Ambiental – EIA

Es el conjunto de la información que debe presentar ante la autoridad ambiental competente el peticionario de una licencia ambiental.

El EIA se exige en todos los casos en que se requiera licencia ambiental. El EIA debe contener:

- Un resumen ejecutivo de su contenido.
- La delimitación del área de influencia del proyecto, obra o actividad.
- La descripción del proyecto, obra o actividad.
- La determinación de los recursos naturales renovables que se pretenden usar, aprovechar o afectar para el desarrollo del proyecto obra o actividad.
- La descripción, caracterización y análisis del medio físico, biótico, socioeconómico y cultural

Tabla 2.14 Normas que regulan el agua y los recursos hidrobiológicos

NORMA	CONTENIDO
Ley 2 de 1959	Reserva Forestal y protección de suelos y agua
Decreto 2811 de 1974 Libro II, Parte VIII	De los bosques, de las áreas de reserva forestal, de los aprovechamientos forestales, de la reforestación
Decreto 877 de 1976	Usos del recurso forestal. Áreas de reservas forestales
Decreto 622 de 1977	Sobre Parques Nacionales Naturales
Decreto 2787 de 1980	Reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974
Resolución 868 de 1983	Sobre tasas de aprovechamiento forestal
Ley 29 de 1986	Regula áreas de reserva forestal protectora
Ley 139 de 1994	Crea el Certificado de Incentivo Forestal
Ley 299 de 1995	Por la cual se protege la flora colombiana
Decreto 1791 de 1996	Régimen de aprovechamiento forestal y acuerdos regionales con este fin
Documento CONPES 2834 de 1996	Política de bosques
Decreto 900 de 1997	Reglamenta el Certificado de Incentivo Forestal
Decreto 1667 de 2002	Inclusión de humedales colombianos en la lista de humedales de importancia internacional
Resoluciones del Ministerio del Medio Ambiente (INDERENA) y CAR'S	Establecen vedas de varias especies vegetales, tanto en el ámbito nacional (establecidas por el INDERENA o el Ministerio del Medio Ambiente), como en el ámbito regional (establecidas por las Corporaciones Autónomas Regionales).
Resolución 0316 de 1974 Resolución 213 de 1977 Resolución 0801 de 1977 Resolución 0463 de 1982 Manglares Resolución 1602 de 1995 Resolución 020 de 1996 Resolución 257 de 1977 Resolución 769 de 2002	Veda indefinida del Pino Colombiano, Hojarasco, Molinillo, Caparrapí, Roble Veda total de Líquenes y Quiches Veda permanente de Helechos Arborescentes Vedada parcial de la Vara de la Costa Pacífica: Especie vegetal Se dictan medidas para proteger y conservar las áreas de manglar Establece Planes de Manejo Ambiental para aprovechamiento del manglar Establece condiciones básicas de sustentabilidad del ecosistema de manglares y zonas y circunvecinas Manejo y control de recursos hidrobiológicos y del medio ambiente Se dictan disposiciones para contribuir a la protección y conservación de los páramos

en el cual se pretende desarrollar el proyecto, obra o actividad.

- La identificación y evaluación de los impactos ambientales que puedan ocasionar el proyecto, obra o actividad, indicando cuales pueden prevenirse, mitigarse, corregirse o compensarse.
- La propuesta de plan de manejo ambiental del proyecto, obra o actividad

Tabla 2.15 Normas que regulan la flora silvestre y bosques

NORMA	CONTENIDO
Ley 2 de 1959	Reserva Forestal y protección de suelos y agua
Decreto 2811 de 1974 Libro II, Parte VIII	De los bosques, de las áreas de reserva forestal, de los aprovechamientos forestales, de la reforestación
Decreto 877 de 1976	Usos del recurso forestal. Áreas de reservas forestales
Decreto 622 de 1977	Sobre Parques Nacionales Naturales
Decreto 2787 de 1980	Reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974
Resolución 868 de 1983	Sobre tasas de aprovechamiento forestal
Ley 29 de 1986	Regula áreas de reserva forestal protectora
Ley 139 de 1994	Crea el Certificado de Incentivo Forestal
Ley 299 de 1995	Por la cual se protege la flora colombiana
Decreto 1791 de 1996	Régimen de aprovechamiento forestal y acuerdos regionales con este fin
Documento CONPES 2834 de 1996	Política de bosques
Decreto 900 de 1997	Reglamenta el Certificado de Incentivo Forestal
Decreto 1667 de 2002	Inclusión de humedales colombianos en la lista de humedales de importancia internacional
Resoluciones del Ministerio del Medio Ambiente (INDERENA) y CAR'S	Establecen vedas de varias especies vegetales, tanto en el ámbito nacional (establecidas por el INDERENA o el Ministerio del Medio Ambiente), como en el ámbito regional (establecidas por las Corporaciones Autónomas Regionales).
Resolución 0316 de 1974 Resolución 213 de 1977 Resolución 0801 de 1977 Resolución 0463 de 1982 Manglares Resolución 1602 de 1995 Resolución 020 de 1996 Resolución 257 de 1977 Resolución 769 de 2002	Veda indefinida del Pino Colombiano, Hojarasco, Molinillo, Caparrapí, Roble Veda total de Líquenes y Quiches Veda permanente de Helechos Arborescentes Vedada parcial de la Vara de la Costa Pacífica: Especie vegetal Se dictan medidas para proteger y conservar las áreas de manglar Establece Planes de Manejo Ambiental para aprovechamiento del manglar Establece condiciones básicas de sustentabilidad del ecosistema de manglares y zonas y circunvecinas Manejo y control de recursos hidrobiológicos y del medio ambiente Se dictan disposiciones para contribuir a la protección y conservación de los páramos

Tabla 2.16 Leyes y decretos que regulan la fauna silvestre y caza

NORMA	CONTENIDO
Decreto-Ley 2811 de 1974 Parte IX	Protección y conservación de la fauna.
Decreto-Ley 1608 de 1978	Regula la preservación, conservación, restauración y fomento de la fauna silvestre.
Veda de especies faunísticas	Existen más de 30 resoluciones donde se establecen vedas, prohibiciones y restricciones al ejercicio de la caza.
Ley 84 de 1989	Adopta el Estatuto Nacional de Protección de los animales

2.3.4 Términos de referencia

Son los lineamientos que la autoridad ambiental señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales. El estudio de impacto ambiental se debe elaborar con base en los términos de referencia elaborados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial, para el sector y podrán ser adaptados por la autoridad competente a las particularidades del área de su jurisdicción.

El solicitante de la licencia ambiental, deberá utilizar los términos de referencia de acuerdo a las condiciones específicas del proyecto, obra o actividad que pretende desarrollar.

2.3.5 Modificación de la licencia ambiental

Se contempla la modificación en los siguientes casos:

- A solicitud del interesado en consideración a la variación de las condiciones existentes al momento de otorgar la licencia ambiental en relación con la expansión o modificación de las obras, trabajos y procesos de producción o por la necesidad de sustituir o modificar en forma significativa las medidas de prevención, control, conservación, rehabilitación y sustitución ambiental establecidas.

Tabla 2.17 Normas que regulan el suelo

NORMA	CONTENIDO
Decreto 2811 de 1974 parte VII	Del suelo agrícola y de los usos no agrícolas de la tierra.
Decreto Reglamentario 2462 de 1989	Sobre explotación de materiales de construcción.
Ley 388 de 1997, Artículo 33	Ordenamiento territorial, que reglamenta los usos del suelo

Tabla 2.18 Normas que regulan los residuos sólidos

NORMA	CONTENIDO
Ley 09 de 1979	Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos
Resolución 2309 de 1986	Define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento vigilancia y seguridad.
Resolución 541 de 1994	Reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales concreto y agregados sueltos de construcción.
Ley 142 de 1994	Dicta el régimen de servicios públicos domiciliarios
Documento CONPES 2750 de 1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos
Decreto 1865 de 1994	Por el cual se regulan los planes regionales ambientales de las corporaciones autónomas regionales.
Resolución 0189 de 1994	Regulación para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.
Decreto 605 de 1996	Reglamenta la ley 142 de 1994. En cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos
Ley 430 de 1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta entre otras la Ley 99 de 1993, en relación con la gestión integral de residuos sólidos

- Cuando al otorgar la licencia ambiental, no se contemple el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables, necesarios o suficientes para el desarrollo del proyecto, obra o actividad.

- Cuando se pretendan variar las condiciones de uso, aprovechamiento o afectación de un recurso natural renovable, consagradas en la licencia ambiental.

2.3.6 Permisos y autorizaciones para el uso, manejo, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables

La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones que sean necesarios para el desarrollo del proyecto, obra o actividad.

Tabla 2.19 Normas que regulan la administración de riesgos, prevención de desastres y los planes de contingencia.

NORMA	CONTENIDO
Norma sismoresistente 98	Reglamenta la Ley 400/97 en lo que se refiere a la construcción sismoresistente de edificaciones
Ley 09 de 1979	Código Sanitario Nacional. Atención en salud para personas afectadas por catástrofes
Resolución 2400 de 1979 Ministerio de Trabajo	Por el cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, Higiene y seguridad en el trabajo.
Decreto 3989 de 1982	Conforma comités de emergencia en el ámbito nacional
Ley 46 de 1988	Sistema Nacional de Prevención y Atención de Emergencias.
Decreto 2044 de 1988	Acarreo de productos especiales. Disposición sobre el acarreo de productos especiales, en vehículos de servicio público, para empresas de transporte de carga por carretera.
Decreto 919 de 1989	Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres
Directiva Presidencial 33 de 1989	Responsabilidades de los organismos y entidades descentralizadas del orden nacional del sector público, en el desarrollo y operación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres
Ley 09 de 1989	Ley de Reforma Urbana que define zonas de riesgo.
Ley 99 de 1993: artículos 1, 5, 7, 9 y 12	Crea el Ministerio del Medio Ambiente y la estructura del sistema Nacional Ambiental. Directamente relacionados con prevención de desastres
Decreto 1319 de 1994	Reglamenta la expedición de licencias de construcción, urbanización y parcelación. Cumplimiento de la Ley 1400 de 1984
Ley 115 de 1994. Artículo 5	Ley general de educación. Adquisición de conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente y prevención de desastres
Resolución 541 de 1994	Ministerio del Medio Ambiente. Por medio del cual se regula el cargue, descargue, almacenamiento, etc. De productos de construcción
Decreto 969 de 1995	Crea la Red Nacional de Reservas para el caso de desastres
Ley 388 de 1997. Artículo 14	Formulación de planes para el ordenamiento territorial
Decreto 879 de 1998. Artículo 11	Reglamentación de planes de ordenamiento territorial.
Decreto 321 de 1999	Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencias contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas
Decreto 48 de 2001	Planificación ambiental regional

2.3.7 Guías minero ambientales

Tiene por objeto facilitar las actuaciones de las autoridades mineras, ambientales y de los particulares en la gestión ambiental de los proyectos mineros.

2.3.8 Competencias para el otorgamiento de la licencia de explotación

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Cuando la explotación proyectada de carbón sea igual o superior a 800.000 toneladas/año.

- Corporaciones Autónomas Regionales. Cuando la explotación proyectada de carbón sea inferior a 800.000 toneladas/año.

2.3.9 Procedimiento para el otorgamiento de licencia ambiental

Petición por escrito a la autoridad ambiental competente. Anexando la siguiente información

- Nombre o razón social, número de identificación, domicilio y nacionalidad del solicitante.

- Nombre del representante legal.

- Poder debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado.

- Certificado de existencia y representación legal para el caso de persona jurídica, el cual debe haber sido expedido dentro del mes anterior a la fecha de presentación de la solicitud.

- Descripción explicativa del proyecto, obra o actividad, que incluya por lo menos su localización, dimensión y costo estimado.

- Descripción de las características ambientales generales del área de localización del proyecto, obra o actividad.

- Información sobre la presencia de comunidades, incluidas campesinas, negras e indígenas, localizadas en el área de influencia del proyecto, obra o actividad propuesta.

- Indicar, sí el proyecto, obra o actividad afecta el Sistema de Parques Nacionales Naturales y sus zonas de amortiguación, cuando éstas estén definidas.

- Relación de los recursos naturales renovables que requieren ser usados, aprovechados o afectados durante la ejecución del proyecto, obra o actividad;

- Autoliquidación del cobro por la prestación de los servicios de la evaluación de los Estudios Ambientales del proyecto, obra o actividad, para las solicitudes radicadas ante el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La autoridad ambiental competente en un término que no podrá exceder de treinta (30) días hábiles, fijará los términos de referencia, para la elaboración del estudio de impacto ambiental, cuando estos no hayan sido definidos previamente para el sector.

Conceptos técnicos o informaciones de otras autoridades o entidades. La autoridad ambiental dispondrá de quince (15) días hábiles adicionales para solicitar dicha información, la cual debe ser remitida en un plazo no superior a treinta (30) días hábiles.

Solicitud de información adicional al interesado. Recibida la información, los conceptos técnicos, o vencido el término de requerimiento de los mismos, la autoridad ambiental competente, dispondrá de quince (15) días hábiles para solicitar información adicional al interesado en caso de requerirse.

Las correcciones y adiciones al Programa de Trabajos y Obras y al correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, serán atendidas por el interesado, dentro den un plazo máximo de treinta días hábiles a criterio de la autoridad ambiental

Viabilidad ambiental. Recibida la información o vencido el término de requerimiento de informaciones adicionales, la autoridad ambiental competente, decidirá sobre la viabilidad ambiental del proyecto, obra o actividad y otorgará o negará la licencia ambiental en un término que no podrá exceder, de los sesenta (60) días hábiles. En caso de acudirse al auditor externo, dicho estudio será presentado junto con la refrendación en un término de noventa (90) días.

2.3.10 Auditorías ambientales externas

La autoridad ambiental competente, podrá fundamentar la decisión del otorgamiento o negación de la licencia ambiental, en el concepto de un auditor externo registrado ante el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Teritorial

Los auditores ambientales, también podrán auxiliar a la autoridad ambiental en el seguimiento de los proyectos, obras o actividades de explotación minera.

2.3.11 Casos especiales

Estudios y licencias conjuntas

Los beneficiarios de áreas vecinas o aledañas, estén o no incluidos en un plan de integración minera, podrán realizar el Estudio de Impacto Ambiental, para las obras de infraestructura, el montaje y la explotación de dichas áreas.

Si las condiciones y características de dichas áreas fueren homogéneas o similares., podrán solicitar además el otorgamiento de una Licencia Ambiental Conjunta. La licencia ambiental podrá contener medidas ambientales específicas para cada beneficiario de concesión, con responsabilidad de cumplimiento individual.

Proyectos mineros especiales

En las áreas de Reserva Especial, constituidas por el Gobierno Nacional, en lugares en que existan explotaciones mineras tradicionales de minería informal, el Estado a través de las entidades competentes organizará proyectos mineros especiales de carácter comunitario, en los que se promoverá la organización, legalización y capacitación a los beneficiarios, en los aspectos mineros y ambientales.

MSC 3
NORMAS TÉCNICAS, GEOLÓGICAS, MINERAS Y AMBIENTALES

Estas normas sirven de complemento a los Términos de Referencia y a la ejecución de los Trabajos y Obras de Exploración y Explotación. Su utilización es de carácter voluntario. En las tablas del 3.1 al 3.11 se presentan las normas técnicas para llevar a cabo la actividad exploratoria, los estudios de factibilidad minera y de operación y la gestión ambiental.

Tabla 3.1 Gestion ambiental

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC -ISO 14001	27-nov-96		Sistemas De Administración Ambiental. Especificaciones y tipos de uso.
NTC- ISO 14031	22-nov-00		Evaluación del Desempeño ambiental. Directrices
NTC- ISO 14004	27-nov-96		Sistema de Administración Ambiental. Directrices Generales sobre principios sistemas y técnicas de apoyo
NTC- ISO 14010		ANUL	Reemplazada por NTC-ISO 19011
NTC -ISO 14011		ANUL	Reemplazada por NTC-ISO 19011
NTC -ISO 14012		ANUL	Reemplazada por NTC-ISO 19011
NTC- ISO 14014		ANUL	Reemplazada por NTC-ISO 19011
NTC- ISO 19011	27-nov-02		Directrices para la auditoria de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiente
NTC- ISO 14015	3-abr-02		Auditorias Ambientales: Investigaciones y registros de apoyo
NTC- ISO 14020	27-sep-00		Registros Ambientales
NTC-ISO 14024	22-nov-00		Registros Ambientales
NTC- ISO 14041	27-sep-00		Análisis de Ciclos de Vida

Nota: ACT. = Actividad, ANUL = Anulada

Tabla 3.2 Residuos líquidos

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 4984	31-oct-01		Alcantarillado

Tabla 3.3 Residuos sólidos

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
GTC 35	16-abr-97	ANUL	Remplazada por la GTC 24
GTC 24	19-dic-03		Gestión Ambiental, Residuos sólidos, guía para la Separación en la fuente y la recolección selectiva

Sigue página 44

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
GTC 53-3	20-may-98		Gestión Ambiental. Residuos, guía para la recolección selectiva de residuos sólidos,
NTC 4709	22-nov-99		Extracción de muestras de residuos sólidos para Análisis químico mediante extracción Soxhlet.
NTC 4710	24-nov-99		Anal. Del potencial de inflamabilidad de los residuos.
NTC 4711	24-nov-99		Muestreo de residuos y suelos para el análisis de constituyentes orgánicos volátiles
NTC 4343			Tratamiento de desechos
GTC 24	16-dic-98	2ª	Gestión Ambiental, Residuos sólidos, guía para la separación en la fuente y la recolección selectiva

Tabla 3.4 Calidad del aire

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 2991	16-ene-91		Higiene y seguridad instrumentos para toma de muestras de contaminantes químicos en el aire definiciones y clasificación.
NTC 3400	19-ago-92		Higiene y seguridad. Medio ambiente, Determinación de la concentración de partículas de polvo, sedimentable.
NTC 3662	23-nov-94		Gestión Ambiental, Aire, Recolección y Medición de partículas suspendidas en el ambiente
NTC 3704	23-ago-95		Gestión Ambiental, Aire, Determinación de la concentración de partículas suspendidas en el ambiente.
NTC 3746	18-oct-95		Gestión Ambiental. Aire , Método de ensayo para el monoxido de Carbono en el aire.
NTC 3889	19-jun-96		Gestión Ambiental. Anal. de Aire para preparación de mezclas de gases para calibración, métodos de pesaje.
NTC 3956	23-oct-96		Gestión Ambiental. Aire, Método de ensayo para determinar químicos orgánicos en la atmósfera metodología de muestreo Canister.
NTC 4059	27-nov-96		Gestión Ambiental. Aire determinación teórica de las emisiones de SO2 para unidades operadas con gas combustible, lignito o carbón.
NTC 4170	25-jun-97		Gestión Ambiental. Calidad del aire, aspectos generales unidades de medición.
NTC 4247	17-sep-97		Gestión Ambiental. Calidad del aire, características de desempeño y conceptos relacionados para los métodos de medición de la calidad del aire.
NTC 4248	17-sep-97		Gestión Ambiental. Calidad del aire, presentación de datos sobre calidad del aire del ambiente forma alfanumérica.
NTC- ISO 6767	23-ago-95		Gestión Ambiental determinación de la concentración másica de dióxido de azufre método de tetracloromescurato.
NTC- ISO 6768	29-nov-95		Gestión Ambiental determinación de la concentración másica de dioxido de azufre metileno de Griess Saltzaman
NTC- ISO 7934	29-nov-95		Gestión Ambiental determinación de la concentración másica de dioxido de azufre metodo de Peroxido de hidrogeno perclorato de bario /Thorina.

Sigue página 45

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
GTC 39	25-jun-97		Gestión Ambiental. Planeación de monitoreo para evaluar la calidad del aire ambiente.
NTC 3704	23-ago-95		Determinación de la concentración de particulas suspendidas en el aire Ambiente.
NTC 4251	17-sep-97		Determinación de la concentración de particulas suspendidas en el aire Ambiente.
GTC 59	23-sep-98		Guia metodologica para la seleción y aplicación de modelos de contaminantes atmosféricos.

Tabla 3.5 Gases

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 2635	1-nov-89		Productos Químicos para uso industrial
NTC 3260	3-ago-00		Mangueras Flexibles y ensambles para gases licuados.
NTC 3290	4-mar-92		Aparatos mecánicos reguladores para gases comprimidos.
NTC 3538	27-nov-96		Aparatos mecánicos válvula metálicas para gas accionadas manualmente , para uso en sistemas de tubería con presiones manometricas de sistemas desde 6,8 Jpa hasta 861 Kpa
NTC 2728	16-may-90		Maquinaria y equipos medidores de Gas tipo diafragma
NTC 3950	18-sep-96		Medidores de gas tipo diafragma, características físicas.
NTC 4136	25-jun-97		Medidores de gas tipo rotatorio
NTC 4554	25-nov-98		Medidor de gas tipo diafragma con capacidad superior a 16m3/h características físicas
NTC 1861	4-may-93		Embalaje. Contenedores de la clase de contenedores tanque para líquidos y gases.
NTC 3227	6-nov-91		Electrotecnia Metálica de ensayo para determinar la absorción o la emisión de gases de los aceites aislantes en condiciones de carga eléctrica u ionización (Método de Pirelli Modificado)
NTC 3872	24-jul-96		Gestión Ambiental. Análisis de Aire para preparación de mezclas de gases para calibración método de penetración
NTC 3890	24-jul-96		Gestión Ambiental. Análisis de Aire para preparación de mezclas de gases para calibración métodos volumétricos estáticos
NTC 3901	24-jul-96		Gestión Ambiental. Análisis de Aire para verificación de mezclas de gases para calibración, método de compuesto
NTC 4231	17-jul-02	1ª	Calidad del aire Procedimiento de medición y caracterización de los equipos de flujo parcial necesarios para evaluar las emisiones de humo generadas por las fuentes móviles accionadas con diesel. Método de aceleración libre.

Tabla 3.6 Calidad del suelo

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 3656	21-ago-96		Calidad del suelo
NTC 3888	26-nov-94		Calidad del suelo
NTC 3934	19-jun-96		Calidad del suelo
NTC 3935	21-ago-96		Calidad del suelo
NTC 3957	21-ago-96		Calidad del suelo
NTC 4113	23-oct-96		Calidad del suelo
NTC 4437	23-jul-97		Calidad del suelo
NTC 4508	22-jul-98		Calidad del suelo
NTC 4509	28-oct-98		Calidad del suelo
NTC 4510	28-oct-98		Calidad del suelo
NTC 4877	25-oct-00		Calidad del suelo
NTC 4878	25-oct-00		Calidad del suelo
NTC 4879	25-oct-00		Calidad del suelo
NTC 4880	25-oct-00		Calidad del suelo
NTC-ISO 11464	26-jul-95		Calidad del suelo
NTC 3656	23-nov-94		Toma del suelo para determinar la contaminación

Tabla 3.7 Calidad del agua

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 1847	21-ago-96		Tratamiento de agua
NTC 3699	15-mar-95		Tratamiento de agua
NTC 4117	28-may-95		Tratamiento de agua
NTC-ISO 5667-13	22-jul-98		Agua residual
NTC-ISO 5667-10	21-jun-95		Agua residual
NTC-ISO 5667-2	21-jun-95		Agua residual
NTC 3629	29-may-02	1ª	Calidad del agua
NTC 3650	22-jul-98	1ª	Calidad del agua
NTC 3705	29-nov-95		Calidad del agua
NTC 3903	24-jul-96		Calidad del agua
NTC 3933	21-ago-96		Calidad del agua
NTC 3945	21-ago-96		Calidad del agua
NTC 4111	16-abr-97		Calidad del agua
NTC 4124	28-may-97		Calidad del agua
NTC 4180	23-jul-97		Calidad del agua
NTC 4181	23-jul-97		Calidad del agua

Sigue página 47

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 4182	17-sep-97		Calidad del agua
NTC 4233	17-sep-97		Calidad del agua
NTC 4254	17-sep-97		Calidad del agua
NTC 4255	17-sep-97		Calidad del agua
NTC 4256	20-ene-99		Calidad del agua
NTC 4394	26-ago-98		Calidad del agua
NTC 4449	28-oct-98		Calidad del agua
NTC 4531	15-sep-99		Calidad del agua
NTC 4567	24-nov-99		Calidad del agua
NTC 4705	24-nov-99		Calidad del agua
NTC 4708	24-nov-99		Calidad del agua
NTC 4717	19-ene-00		Calidad del agua
NTC 4754	19-ene-00		Calidad del agua
NTC 4755	22-jul-98		Calidad del agua
NTC- ISO 5667-13	21-ago-96		Calidad del agua
NTC- ISO 5667-8	21-ago-96		Calidad del agua
NTC- ISO 5667-6	21-ago-96		Calidad del agua
NTC- ISO 5667-1	10-may-95		Calidad del agua
NTC- ISO 5667-10	21-jun-95		Calidad del agua
NTC- ISO 5667-11	21-ago-95		Calidad del agua
NTC- ISO 5667-12	25-nov-95		Calidad del agua
NTC- ISO 5667-14	24-nov-94		Calidad del agua
NTC- ISO 5667-16	15-dic-00		Calidad del agua
NTC- ISO 5667-17	15-dic-00		Calidad del agua
GTC 2	19-oct-94		Métodos analíticos para el Control de la Calidad del agua.
GTC25	29-nov-95		Métodos analíticos para el Control de la Calidad del agua.
GTC30	23-oct-96		Métodos analíticos para el Control de la Calidad del agua.
GTC 31	27-nov-96		Métodos analíticos para el Control de la Calidad del agua.
NTC 3629	29-may-02		Determinación de la DQO
NTC 4567	25-nov-98		Determinación de la DBO
NTC 897	17-ago-98		Determinación de sólidos
NTC 4705	24-nov-99		Determinación del contenido de oxigeno disuelto
NTC 4707	24-nov-99		Determinación de la turbiedad
NTC 4716	24-nov-99		Determinación del contenido de metales
NTC 3645	28-nov-01		Determinación de la temperatura

Sigue página 48

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 3651	19-oct-94		Determinación del ph
NTC 4394- 1	20-ene-99		Determinación del contenido de cianuros
NTC 4394- 2	20-ene-99		Determinación del contenido de cianuros
NTC 4394- 3	20-ene-99		Determinación del contenido de cianuros
NTC 4394- 4	20-may-98		Determinación del contenido de cianuros
NTC 4770	23-feb-00		Determinación del olor
NTC 4784	26-abr-00		Determinación del contenido de mercurio
NTC 4803	17-may-00		Determinación del contenido de acidez y alcalinidad
NCT 4798	17-may-00		Determinación del contenido de nitratos (NO2)

Tabla 3.8 Metrología y mediciones

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 2031	22-sep-93	1ª	Instrumentos de pesaje
NTC 2508	7-dic-88		Frecuencias normales para utilizar en mediciones
NTC 2804	5-dic-90		Equipo indicador y regulador de temperatura
NTC 4597	28-abr-99		Equipo para medidores de energía

Tabla 3.9 Seguridad industrial y salud ocupacional

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 01	2-nov-72	1ª	Sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional
NTC 3793	15-jul-96		Sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional
SAS 18001	22-nov-00		Sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional panorama de factores de riesgo, su identificación y valor.
GTC 45	27-ago-97		Guía para el diagnostico de condiciones de trabajo
NTC-ISO 3864	24-abr-96		Símbolos gráficos de seguridad para normas y maquinaria
NTC-ISO 1984	22-sep-93	2ª	Símbolos gráficos de seguridad para normas y maquinaria
NTC 1461	1-abr-87		Señales de seguridad
NTC 1867	6-jul-83		Señales de seguridad
NTC 1931	17-sep-97		Señales de seguridad
NTC 1943	18-jul-84		Señales de seguridad
NTC 2765	5-sep-90		Señales de seguridad
NTC 3519	19-may-93		Señales de seguridad
NTC 4144	25-jun-97		Señalización
NTC 4596	24-nov-99		Señalización
NTC 4744	24-nov-99		Señalización
NTC 4235	17-sep-97		Sistema de alarma
NTC 4999	19-nov-01		Sistema de alarma

Sigue página 49

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 3221	5-feb-95		Determinación de la exposición al ruido ocupacional y estimación del deterioro de la audición r el ruido.
NTC 3521	14-may-93		Descripción y medición del ruido ambiental aplicación de los limites de ruido
NTC 1523	28-ago-93	2ª	Cascos de seguridad industrial
NTC 2915	17-jul-91		Protectores auditivos
NTC 3521	19-may-95		Caretas para protección respiratoria contra gases tóxicos y protectores faciales, guantes, calzado de trabajo y seguridad, cascos con lamparas para uso en minería relacionados con el riesgo de explosión parónimas que generan grisú.
NTC 3324	5-feb-92		Brigada contra incendio
NTC 2047	29-may-92		Ventilación
NTC 3631	27-jul-94		Ventilación
NTC 3671	10-may-95		Capacitación
NTC 3672	10-ene-95		Capacitación
NTC 3673	10-ene-95		Capacitación
NTC 3720	10-ene-95		Capacitación

Tabla 3.10 Base topográfica

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 4061	27-nov-96		Cartografía General
NTC 4062	27-nov-96		Cartografía General
NTC 1000	22-sep-93	4ª	Metrologia sistema Internacional de unidades
NTC 4098	28-may-97		Instrucción de medición de longitud

Tabla 3.11 Ensayos para carbón

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 1676	7-oct-81		Carbón de hulla (Duros) Clasificación por tipo
NTC 1824	1-dic-82		Minería Carbón. Determinación de la humedad de equilibrio
NTC 1859	30-ago-00		Determinación de las cenizas en muestras de análisis de carbón y coque.
NTC 1872	27-feb-99	1ª	Método de ensayo para la determinación de humedad total en el carbón
NTC 1969	26-feb-03	3ª	Carbón y Coque Terminología
NTC 2018	17-may-00	1ª	Análisis de Materia Volátil en Muestras de Carbón y Coque

Sigue página 50

CODIGO	FECHA	ACT.	TIPO DE NORMA
NTC 2128	23-jul-03	2	Combustibles Minerales Sólidos, determinación del poder calorífico bruto por el método de la bomba calorimetrica y cálculo del poder calorífico neto.
NTC 2347	15-dic-00	1ª	Recolección de una muestra bruta de carbón.
NTC 2391	2-dic-87		Carbón y Coque Determinación de Azufre total. Método Eschka.
NTC 2480	26-feb-03		Minería Carbón y coque. Cálculos para convertir resultados de análisis en diferentes bases.
NTC 2713	4-abr-90		Minería Carbón. Toma de muestras de Carbón en el canal de las minas.
NTC 2714	26-nov-03	1ª	Minería Coque Determinación de la densidad al granel en un recipiente pequeño.
NTC 2760	24-sep-03	1ª	Carbón Coque. Determinación de las características de lavabilidad del carbón
NTC 2967	18-sep-91		Minería Carbón. Determinación de la característica de lavabilidad del carbón.
NTC 3268	20-nov-91		Minería Carbón y Coque. Método de combustión de alta temperatura para el análisis del azufre total en el carbón y el coque.
NTC 3448	11-oct-92		Minería Carbón. Métodos para los análisis Petrograficos de los carbones bituminosos y de las antracitas 1ª Parte: Glosario de términos.
NTC 3449	21-oct-92		Minería Carbón. Métodos para los análisis Petrograficos de los carbones bituminosos y de las antracitas 2ª Parte: Preparación de las muestras de carbón
NTC 3485	16-dic-92		Minería Carbón. Métodos para los análisis Petrograficos de los carbones bituminosos y de las antracitas 3ª Parte: Determinación de composición maceral.
NTC 2075		1ª	Minería Carbón Determinación del índice de hinchamiento
NTC 2103		1ª	Minería carbón Ensayo Dilatometro de Audibert - Arnu.
NTC 3361	16-ago-93	2ª	Carbón Determinación del índice de molienda Hardgrave
NTC 3484	26-sep-01	1ª	Carbón. Determinación de la humedad en la muestra de análisis de carbón y coque.

MSC 4
ETAPAS Y FASES DE UN PROYECTO GEOLÓGICO MINERO

En la Figura 4.1 se presentan las diferentes etapas y fases para llevar a cabo un proyecto geológico-minero de carbón. Se identifican las actividades que se requieren para gestar un proyecto desde la concepción inicial, evaluación técnico-económica, desarrollo, operación y cierre, hasta la gestión ambiental que se debe adelantar.

Inicialmente se describen las etapas de prospección y exploración, esta última, agrupada en cuatro fases, las cuales, una vez concluidas, suministran los parámetros necesarios para la etapa de explotación.

4.1 PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN

De acuerdo con el Código de Minas, Ley 685 del 2001, en su Artículo 40, sobre medios de prospección se define, "la prospección es un proceso para investigar la existencia de minerales delimitando zonas prometedoras y sus métodos consisten, entre otros, en la identificación de afloramientos, la cartografía geológica, los estudios geofísicos y geoquímicos y la investigación superficial, en áreas no sujetas a derecho exclusivo. De la prospección se excluyen los métodos de subsuelo".

También, el artículo 78 del Código de Minas, los trabajos de exploración están definidos como "los estudios, trabajos y obras a que está obligado el concesionario durante el período de exploración por métodos de subsuelo son los necesarios para establecer y determinar la existencia y ubicación del mineral o minerales contratados, la geometría del depósito o depósitos dentro del área de la concesión, en cantidad y calidad económicamente explotables, la viabilidad técnica de extraerlos y el impacto que sobre el medio ambiente y el entorno social puedan causar estos trabajos y obras".

El objetivo general de Los Trabajos de Exploración (LTE) está determinado en el artículo 80 del Código de Minas (2001): "Establecer y calcular técnicamente las reservas del mineral o minerales, la ubicación y características de los depósitos o yacimientos, la elaboración detallada del plan minero por ejecutarse, los medios y métodos de explotación, y la escala y duración factible de la producción esperada".

4.1.1 Fase I: Prospección geológica de superficie

Es el conjunto de actividades que conducen al estudio y caracterización geológica superficial de una zona determinada, con el fin de establecer qué sectores presentan los mejores indicios geológicos que indiquen la presencia, somera o profunda, de carbón y de proponer los sitios específicos donde la misma sustancia pueda ser evaluada mediante la aplicación de técnicas directas o indirectas.

La prospección geológica de superficie da continuidad a los trabajos de búsqueda de un depósito de carbón, ante la eventualidad de que los trabajos de prospección hayan arrojado resultados positivos. La exploración se caracteriza por aplicar técnicas geológicas, y geofísicas a un nivel de detalle, aunque debe resaltarse que estos tipos de trabajos, en general, no generan impactos sustanciales en el medio ambiente dada su temporabilidad, por lo tanto no se requiere para su ejecución la elaboración de estudios de impacto ambiental. En consecuencia el concesionario minero, en su propuesta, deberá manifestar de manera expresa sus compromisos de realizar los trabajos de exploración técnica.

Si los resultados obtenidos sustentan la posibilidad de la existencia de un depósito mineral, se continúa con las actividades de la fase II (se describen en el siguiente numeral). Si los resultados obtenidos son desfavorables, se deben realizar las siguientes actividades:

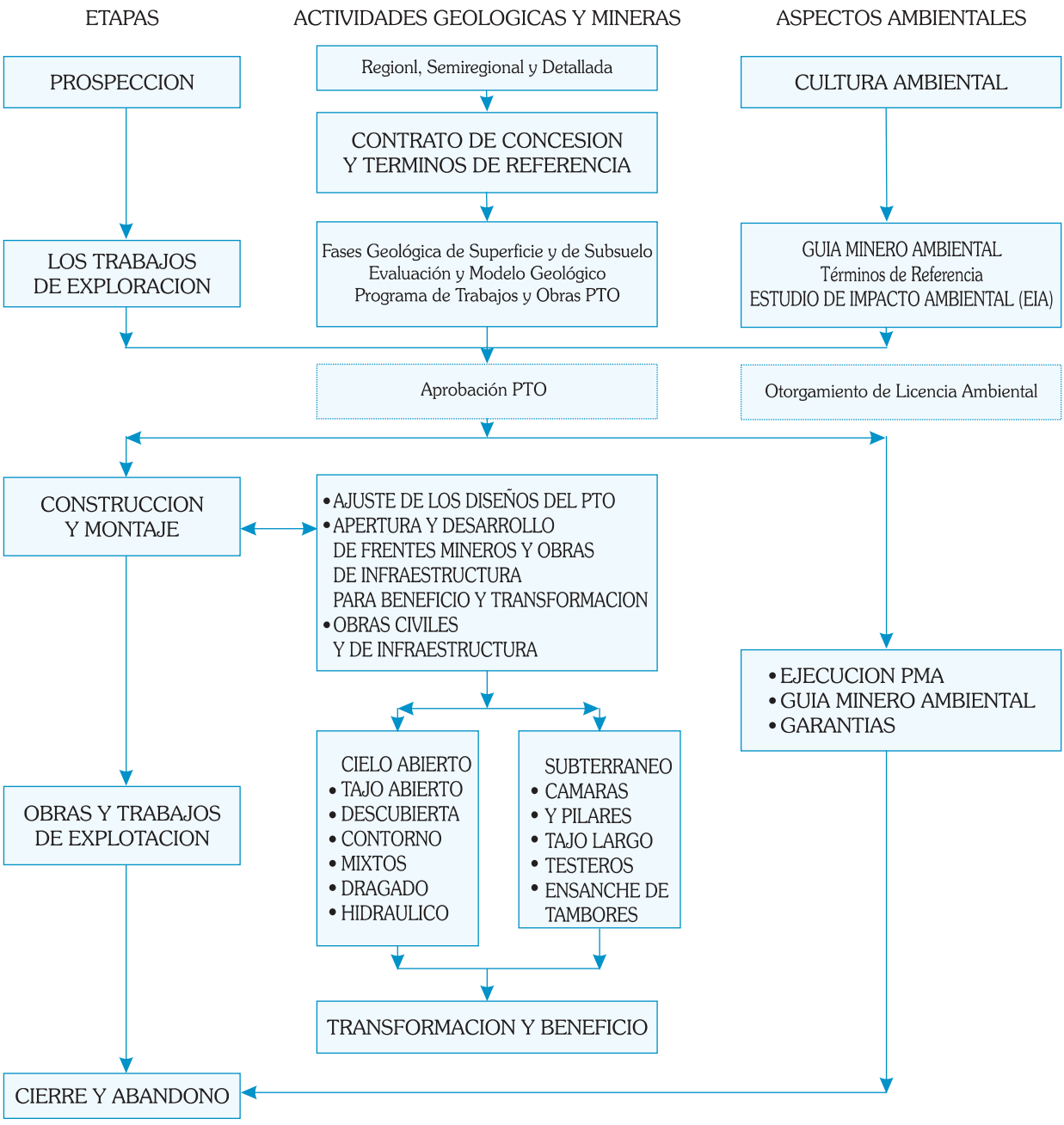

Figura 4.1 Etapas y fases de un proyecto geológico minero.
Nota: LTE: Los Trabajos de Exploración. PTO: Programa de Trabajos y Obras. EIA: Estudio de Impacto Ambiental. LA: Licencia Ambiental. PMA: Plan de Manejo Ambiental
Fuente: Guía Minero Ambiental, Minminas, Minambiente, 2002

4.1.2 Fase II: Exploración geológica de subsuelo

Esta fase busca delimitar el depósito potencialmente económico con estimativos más específicos de tamaño y contenido mineral definiendo el verdadero potencial geológico minero del yacimiento. Una vez definida la viabilidad técnica de continuar con la segunda fase, al igual que en la fase de geología de superficie, el concesionario minero deberá hacer la manifestación expresa de realizar los trabajos o las actividades propias de esta fase siguiendo la Guía Minero Ambiental. En caso que los trabajos de exploración geológica del subsuelo requieran usar o aprovechar recursos naturales renovables, el concesionario minero deberá obtener el permiso, la concesión o la autorización ambiental de la autoridad competente.

4.1.3 Fase III: Evaluación y modelo geológico

Los resultados obtenidos en las fases previas, son la base para definir el verdadero potencial del yacimiento y planear y diseñar el Programa de Trabajos y Obras (PTO). Se deberán elaborar los mapas planos y perfiles geológicos a escalas de detalle, tal como lo especifica la norma sobre construcción de planos y mapas, anexa a esta guía. Se deberá calcular y categorizar los recursos y reservas del yacimiento o depósito, siguiendo las normas y procedimientos establecidos tanto nacional como internacionalmente. Se evaluará la calidad y se establecerá el comportamiento hidrogeológico y geotécnico de las rocas para fijar criterios que permitan diseñar los sistemas de drenaje, desagüe, despresurización y estabilidad de taludes de las explotaciones. Cumplido lo anterior, se especifican las actividades a realizar para establecer el modelo geológico, geométrico y estructural de un yacimiento o depósito mineral.

4.1.4 Fase IV: Programa de trabajos y obras

El Programa de Trabajos y Obras (PTO), suministra la base técnica, logística, económica y comercial para tomar la decisión de invertir y desarrollar un proyecto minero, de esta manera el PTO deberá desarrollar:

- El análisis de mercado
- Planeamiento y diseño de la explotación del mineral
- Beneficio y transformación de ellos
- Estudio de la infraestructura de transporte, puerto y cargue
- Evaluación financiera.

Sin la aprobación expresa del estudio que demuestre la factibilidad ambiental y la expedición de la Licencia Ambiental correspondiente no habrá lugar a la iniciación de las Obras y Trabajos de Explotación.

Al finalizar el periodo de exploración, el concesionario minero, deberá presentar la delimitación definitiva de la zona del área contratada que va a quedar vinculada a los trabajos y obras de explotación, más las obras estrictamente necesarias para el beneficio, transporte interno, servicios de apoyo y obras de carácter ambiental, para devolver el área restante. Unido a esta devolución, el concesionario podrá pedir que por un plazo prudencial que no puede pasar de dos (2) años, se lo autorice para retener, con base en el contrato, zonas continuas del área contratada con el objeto de proseguir en ellas labores de exploración técnica, las cuales deberán estar incluidas en la Licencia Ambiental.

MSC 5
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA MINERÍA SUBTERRÁNEA Y PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN

Las obras de construcción se definen como aquellas obras de infraestuctura indispensables para el funcionamiento normal de las labores de apoyo y de administracción de la empresa minera y las que se requieran para ejercitar las servidumbres necesarias del proyecto minero.

Aprobado el Programa de Trabajos y Obras (PTO) y el Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A), se iniciarán los Trabajos de Construcción y Montaje. Este tendrá una duración de tres años. El concesionario, durante esta fase podrá realizar en forma anticipada, la extracción, beneficio, transporte y comercialización de los carbones, en la calidad y cantidad que le permitan la infraestructura y montaje provisionales. Para realizar la explotación anticipada, el concesionario sólo deberá dar aviso previo y escrito a la autoridad minera o su delegada, de acuerdo con un Programa de Trabajos y Obras de explotación anticipada.

Por definición, la construcción de los patios de acopio en una operación minera de carbón, corresponde a una obra de infraestructura propia del beneficio y transformación; En el presente documento se describirá de manera particular, por su incidencia técnica y ambiental en el proceso de desarrollo de un proyecto minero de carbón.

Para iniciar la fase de Construcción y Montaje, el concesionario minero, podrá tener en cuenta las siguientes actividades:

- Ajuste de los diseños del PTO.
- Apertura y desarrollo de frentes de explotación y obras de infraestructura para beneficio y transformación (incluye patios de acopio de carbón).
- Obras civiles y de infraestructura.

5.1 AJUSTE DE LOS DISEÑOS DEL PTO

A partir del Programa de Trabajos y Obras aprobado, el concesionario minero, deberá revisar y ajustar los diseños, tanto para las construcciones e instalaciones de apoyo, obras de infraestructura para beneficio y transformación, así como para los trabajos y obras de explotación subterránea de carbón, para lo cual deberá considerar causar el menor impacto ambiental, evitando afectar zonas ecológicamente sensibles. En caso de cambios y/o adiciones a los diseños del PTO, el concesionario deberá informar previamente a las autoridades minera y ambiental competentes, de tales cambios y adiciones. Esta actividad, comprende las siguientes acciones y obras:

Ubicación y delimitación de los frentes mineros. Corresponde al levantamiento topográfico en detalle del área minera, a una escala tal, que permita ubicar con exactitud el frente inicial de explotación.

Determinación de las reservas explotables y análisis de sensibilidad de la mina. A partir del diseño de la mina y de acuerdo con el modelo geológico del yacimiento y la cuantificación de las reservas medidas y explotables, se planificarán los volúmenes de carbón a extraer, a corto, mediano y largo plazo, de acuerdo con los parámetros económicos, financieros y de mercado con que se viabilizó el proyecto.

Requerimientos de mano de obra. Con base en la magnitud del proyecto se establecerán los requerimientos de mano de obra calificada y no calificada. Se establecerá la oferta de personal en el área de influencia del proyecto.

Necesidades de maquinaria y equipo. Dependiendo de la magnitud del proyecto, del método de explotación a emplear, de la producción y del seguimiento y monitoreo ambiental, se seleccionará el equipo requerido para las operaciones unitarias de la minería subterránea de carbón.

Obras de infraestructura. Con el fin de garantizar el bienestar, la seguridad y la higiene del personal vinculado y del desarrollo de la operación, se establecerán las características de las obras civiles de infraestructura y de servicios básicos.

Análisis de costos e inversión. A partir de los planes de producción, se harán los ajustes de la evaluación económica y financiera del proyecto.

5.2 APERTURA Y DESARROLLO DE FRENTES MINEROS Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PARA BENEFICIO Y TRANSFORMACION

Consiste en la preparación, implementación y puesta en marcha de las obras indispensables para llevar a cabo la extracción de los carbones, su transporte interno, su acopio y su beneficio. Comprende las siguientes obras y acciones:

Frentes mineros. Consiste en la construcción, montaje e implementación de las actividades y obras indispensables para la puesta en marcha de la explotación; depende en gran medida de las características geológicas del yacimiento y del entorno ambiental del área de influencia. Para la explotación por minería subterránea, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Túneles
- Pozos
- Inclinados
- Cruzadas y galerias
- Tambores
- Nivel de transporte, drenaje y ventilación
- Disposición de estéril (escombrera)

Beneficio. La infraestructura para el beneficio de carbón, incluye entre otros aspectos:

- Construcción de edificaciones
- Patios de acopio
- Construcción y adecuación de vías de accesos
- Silos y despacho de carbón.

El montaje mecánico y electromecánico de equipos incluye:

- Líneas eléctricas y de transmisión
- Subestaciones eléctricas
- Montajes especiales

En la figura 5.1, se hace una representación esquemática de las obras y trabajos de explotación minera para una operación típica subterránea de carbon.

5.3 OBRAS CIVILES Y DE INFRAESTRUCTURA

Corresponde a las obras civiles para el funcionamiento normal de las labores de apoyo y adminstración de la operación minera**.** El tamaño de estas obras, depende de la magnitud del proyecto y de las restricciones de carácter ambiental. Como obras civiles y de infraestructura se han definido las siguientes:

Infraestructura de transporte. Incluye, entre otras, las labores de:

- Vías terrestres

- Banda transportadora
- Vías férreas
- Ductos mineros
- Cable aéreo
- Transporte fluvial
- Otras

Obras civiles. Hacen referencia a las labores de apoyo y de administración:

- Obras administrativas (casinos, campamento, oficinas)
- Talleres
- Polvorín
- Infraestructura de servicios (Agua, Luz, Comunicaciones)
- Bodegas
- Otros

Durante la etapa de Construcción y Montaje el concesionario minero podrá construir y utilizar las obras, instalaciones y equipos provisionales, para iniciar una explotación anticipada, para lo cual deberá presentar un Programa de Trabajos y Obras anticipado y su respectivo Estudio de Impacto Ambiental, una descripción abreviada de los montajes a utilizar y deberá dar aviso a las autoridades competentes de la iniciación de dicha explotación. Todo lo anterior sin perjuicio de tener oportunamente establecidas las obras e instalaciones definitivas.

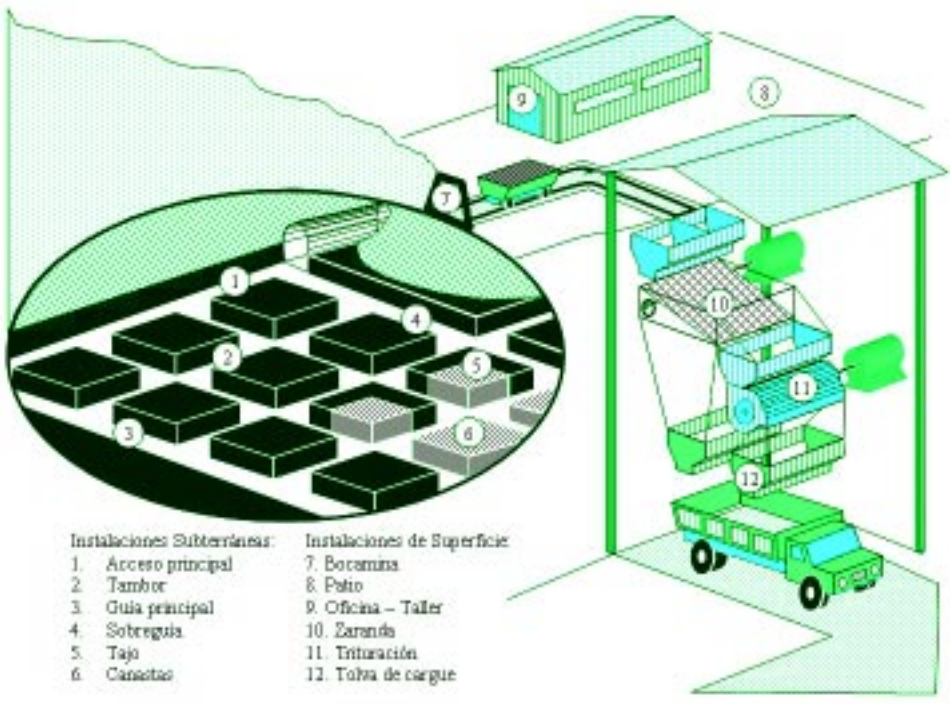

Figura 5.1 Instalaciones de una mina subterránea de carbón en Colombia
Fuente: Enermitel, 2004

5.4 PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN

Un patio de acopio de carbón, consiste en un área, dentro de la cual el carbón es sometido por lo general a procesos de clasificación, almacenamiento, beneficio, cargue y descargue de vehículos.

El acopio obedece a necesidades de tipo económico y técnico, opera como depósito cuando la producción supera la demanda, caso en el cual se necesita acumularlo por largos períodos y cuando la oferta y demanda están equilibradas sirve como depósito temporal.

Otra finalidad de los patios de acopio es el almacenamiento en los puertos terrestre, fluvial o marítimo para lo cual se requiere de espacios y equipos adaptados a cada necesidad.

Los patios de acopio de carbón en Colombia desde el punto de vista técnico, se clasifican en alta y medianamente tecnificados y artesanales. Los patios de acopio que manejan mayores volúmenes de carbón observan mejores especificaciones y manejo técnico y ambiental, a los patios de mediano y pequeño tamaño. (véase la Figura 5.2).

5.4.1 Preparación y almacenamiento de carbón

En la extracción por minería subterránea, el carbón una vez en superficie, es sometido a procesos de almacenamiento (patios y silos), trituración, clasificación, cargue y descargue, para su comercialización. En algunos casos el carbón como sale de la mina es de tal calidad que solamente re-

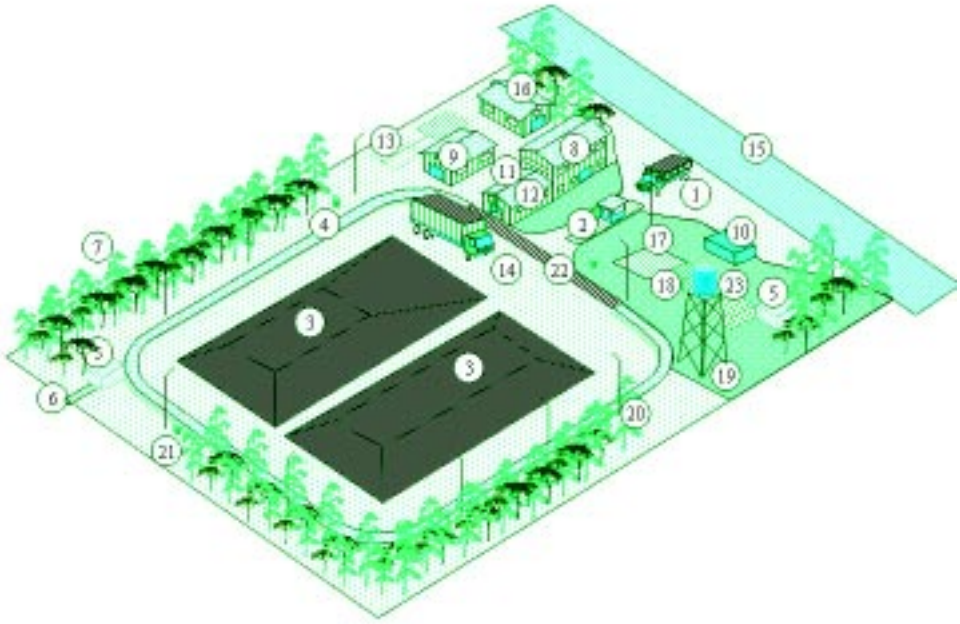

Figura 5.2 Instalaciones de un patio de acopio de carbón
Fuente: Ecocarbón, Guía Ambiental Patios de Acopio de Carbón, 1997

quiere ser triturado y clasificado, para luego ser transportado desde la mina hasta los sitios de uso y almacenamiento y en otros casos, se somete a procesos de beneficio con el fin de obtener diferentes productos de carbón limpio, gradado y de calidad uniforme, para ser comercializado. En distancias pequeñas, el carbón es transportado por bandas transportadoras o camiones; para distancias largas se utilizan barcos y trenes.

Durante el transporte y almacenamiento en patios de acopio de carbón, se genera producción de polvo, el cual puede ser controlado usando agua, compactando el carbón y protegiendo los patios de almacenamiento con barreras naturales y artificiales. El carbón en los patios de acopio, es sometido a los efectos del aire, la lluvia y el calor, los cuales afectan su calidad, produciendo degradación, oxidación y combustión espontánea. Estos aspectos pueden ser de consecuencias ambientales y económicas importantes, durante el proceso de almacenamiento.

Durante el proceso de almacenamiento de carbón en patios de acopio, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos del carbón almacenado o en reposo:

- Segregación de los tamaños de las partículas, para lo cual es recomendable apilar el carbón por capas.

- Oxidación y combustión espontánea, las cuales dependen, entre otras, de las siguientes causas: La velocidad de oxidación, método de almacenamiento, la temperatura de la pila, Cantidad y tamaño de pirita presente; Contenido de humedad, condiciones de ventilación en la pila, tiempo de almacenamiento, etc.

- Sistema de descargue. Cuando se descarga el carbón en una pila, los terrones gruesos van concentrándose en el fondo, pero cuando llueve o sopla el viento, los finos tienden a acomodarse dentro de los gruesos, situados en el fondo. Lo anterior requiere de una homogenización de las pilas de carbón durante el proceso de almacenamiento.

5.4.2 Condiciones prácticas para el almacenamiento de carbones

Diversos investigadores han dado ciertas recomendaciones, para evitar la combustión espontánea de carbones almacenados. Algunas de estas normas son:

- El terreno sobre el que descansan las pilas debe estar bien nivelado, ser firme, no contener grietas y estar bien drenado.

- Cuanto menor sea la altura de las pilas, tanto menor es el peligro de combustión; ya que el calor se disipa más fácilmente, el carbón no tiene tanta tendencia a deshacerse en tamaños menores y es más fácil evitar o retirar los focos de calentamiento.

- El carbón debe ser colocado en capas, cuidadosamente niveladas y compactadas hasta una densidad de 100 Kg/m^3. Cada capa no debe exceder los 91 cm.

- Se debe evitar la separación natural por tamaños (segregación), porque en las zonas de tamaños más gruesos se establecen chimeneas que producen tiros de aire.

- No se puede almacenar por mucho tiempo carbones coquizables ya que sus propiedades son deterioradas por la oxidación rápida de estos carbones.

- La cara de la pila que enfrenta el viento debe ser apisonada para evitar el paso del aire a través del carbón y evitar así focos de autocombustión.

- Los carbones de distinta procedencia deben apilarse separadamente, tratando de evitar el almacenamiento de finos (de 0 a 1mm) de bajo rango y durante mucho tiempo (máximo 4 semanas).

- Una carga de carbón demasiada húmeda, no debe apilarse con otra seca.

- Preferiblemente el carbón no debe apilarse durante un tiempo muy caluroso ya que muchos auto encendidos parecen proceder de este hecho.
- La inclinación o talud de las pilas debe ser de 5:1 o de 4:1.

- Es muy importante la observación periódica (monitoreo) de las pilas de carbón, incluso cuando no exista peligro de incendio, con termómetros introducidos en la pila, con separaciones de 3 a 4 metros. La existencia de un foco con temperatura superior a 60° C, debe ser motivo para aislar el sector.

El *Bureau of Mines* de los Estados Unidos ha realizado detallados ensayos de apilamiento de carbones y da algunas normas que se deben seguir para el almacenamiento de hasta 100.000 toneladas de carbón en pilas con formas rectangular o cuadrada y con una inclinación de 4:1 a 5:1, tal como se muestra en la Tabla 5.1

En la Tabla 5.2 se presenta una relación entre el tamaño del carbón y la altura de las pilas, las cuales deben tenerse en cuenta en el diseño y construcción de una pila de carbón.

5.4.3 Clasificación patios de acopio de carbón

Considerando las escalas de producción de las minas de carbón que existen en el país, por minería a cielo abierto o subterráneas, los patios de acopio se han clasificados en pequeños, medianos y grandes.

Patios de carbón pequeños

Son aquellos que manejen menos de 24.000 toneladas anuales de carbón; están incluidos los denominados de "Remonta" ubicados preferencialmente sobre las orillas de las vías. Su existencia se debe al desarrollo de la minería en laderas que no facilitan la construcción de carreteras hasta la boca de la mina, por tal razón el carbón se saca de la mina hasta "La Remonta" en vagoneta y otros medios.

Tabla 5.1 Características por tipos de pila de carbón

DIMENSIONES m y m^3	PILA RECTANGULAR W * 2W	PILA CUADRADA W * W	INCLINACION TALUDES
LARGO L = m	2W	W	4:1 a 5:1
ALTO H = m	W / 4 * inclinación	W/ 4 * inclinación	
VOLUMEN V = m^3	W^3 / 3 * inclinación	$7W^3$ / 48 * inclinación	

Tabla 5.2 Tamaño del carbón y altura de las pilas

TAMAÑO DEL CARBÓN	DIMENSIONES EN mm	MATERIAL VOLATIL %	ALTURA MAXIMA DE LA PILA (m)
MENUDOS	< 10	> 18	3.5
GRANOS	> 15	> 18	5.0
MENUDOS	0 - 10	< 18	5.0
GRANOS	> 15	< 18	6.5

Patios de carbón medianos

Los patios de acopio de tamaños medianos, permiten almacenar entre 24.000 y 800.000 toneladas/año; se caracterizan por ser patios transitorios para mercadeo y transporte a grandes distancias para los mercados regional, interregional y también para exportación.

Patios de carbón grandes

Son los patios de gran capacidad y volumen. Los volúmenes manejados en estos patios son superiores a 800.000 toneladas y cuentan con las mejores especificaciones técnicas y de maquinaria. Los principales patios de este tipo, se encuentran relacionados con los grandes yacimientos y proyectos carboníferos del país, plantas carboeléctricas y puertos.

5.4.4 Instalaciones

En la figura 5.2, se muestra una distribución de las diferentes instalaciones de un centro de acopio de carbón.

1. Vías de acceso
2. Báscula
3. Patios de acopio
4. Canal perimetral a patios.
5. Tanques de sedimentación
6. Disposición final de efluente de escorrentía o recirculación a pilas.
7. Barreras vivas.
8. Administración.
9. Laboratorio.
10. Taller de mantenimiento.
11. Baño.
12. Vestier.
13. Tanque séptico y tratamiento secundario (infiltración).
14. Area para circulación y maniobras.
15. Vía principal.
16. Casino.
17. Lavado de vehículos.
18. Trampa de grasas.
19. Recibo y almacenamiento de agua.
20. Iluminación.
21. Hidrantes y aspersores.
22. Rejillas.
23. Purificación y potabiización del agua.

Los estudios que deben tenerse en cuenta para establecer la viabilidad de ubicación y construción de un centro de acopio son:

- Estudios geotécnicos
- Estudios de suelos
- Estudios hidrológicos e hidrogeológicos.
- Estudios ambientales.

Durante la construcción se deberán tener en cuenta:

- Descapote y preparación del terreno.
- Movimiento de tierras.
- Construcción de diques y canales.
- Zanjas de desviación.
- Canales perimetrales.
- Lagunas y tanques de sedimentación.
- Criba de sedimentos.
- sumideros.
- Desague de escolleras.
- Vías.

MSC 6
OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE CARBÓN

La minería subterránea es un sistema de extracción del carbón, que consiste en la realización de una serie de labores que permiten, de manera técnica, económica, social y ambiental la extracción del carbón por métodos subterráneos, tales como cámaras y pilares, tajo largo, etc, hasta ser llevado a la superficie; Este sistema se considera cuando las condiciones geológicas de un depósito de carbón son tales que, la remoción del material estéril hace que la minería a cielo abierto sea antieconómica.

En la minería de carbón, por sistema subterráneo, las técnicas son más complejas que la de cielo abierto. El método de explotación se adapta al yacimiento y condiciones de la roca, forma, dimensiones, resistencia y estabilidad. La meta es la recuperación óptima del carbón, evitando al mismo tiempo la extracción del estéril. El proceso apunta a la recuperación económica y eficiente, manteniendo las condiciones de seguridad en el trabajo.

En la Figura 6.1 se hace una representación esquemática de una mina subterranea de carbón.

6.1 ACTIVIDADES Y OPERACIONES UNITARIAS DE LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA

A continuación se describen las actividades y operaciones unitarias propias de la explotación minera por el sistema subterraneo.

Apertura y desarrollo. Comprende el conjunto de labores principales subterráneas que permiten conectar la explotación con la superficie, de duración relativamente larga y mediante las cuales se hace accesible el yacimiento. A estas labores pertenecen:

- Túneles o cruzadas horizontales
- Pozos o galerías inclinadas
- Pozos verticales

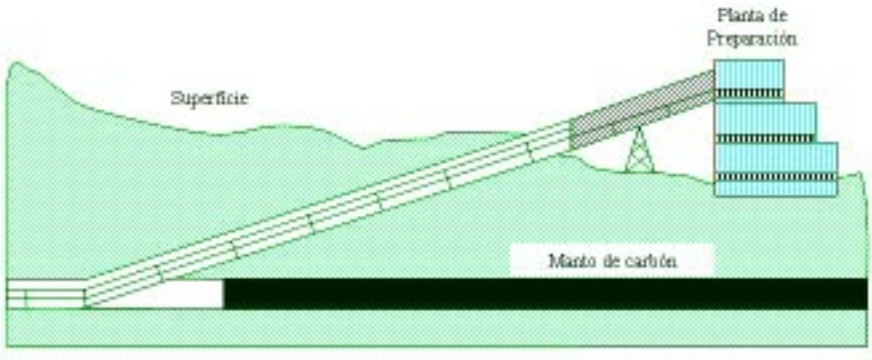

Figura 6.1 Mina subterránea de carbón
Fuente: Curso de Geologia y Minería, Universidad Nacional de Colombia, 1991

Labores principales:

- Subniveles, diagonales, tambores
- Perforación
- Voladura
- Cargue y Transporte
- Entibación

Preparación. Es el conjunto de labores mineras que sirven para dividir el yacimiento, previo a la explotación y que constituyen el punto de ataque al mismo. Lo conforman:

- Galerías
- Sobreguías
- Diagonales
- Tambores.

Explotación del carbón. Comprende la extracción propiamente dicha del carbón, en cantidades previamente establecidas en el plan de operación. En esta etapa se identifican las siguientes labores principales:

- Arranque.
- Cargue.
- Transporte dentro del tajo:
- Sostenimiento

Almacenamiento y cargue en galerías principales. Se utilizan compuertas de madera y tolvas que descargan por gravedad o con alimentadores accionados por malacates.

Transporte hasta el exterior. Este se realiza por medio de bandas transportadoras, trenes, vagonetas manuales y elevadores.

6.2 DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL CARBÓN

Los métodos de extracción por minería subterránea de carbón, están determinados por las condiciones geológicas del yacimiento (tamaño, calidad, continuidad, geometría, inclinación, ubicación, profundidad, espesor de los mantos de carbón y de las rocas encajantes, etc.), y por las restricciones ambientales y legales prevalecientes al momento del desarrollo del proyecto. Los procedimientos de arranque y transporte, la distribución geometrica del depósito y los equipos utilizados permiten distinguir diversos métodos de explotación.

Los métodos más usados para la extracción de carbón en Colombia, en explotaciones subterráneas son: explotación por cámaras y pilares, explotación por tajo largo, explotación por ensanche de tambores y explotación por escalones invertidos o testeros.

En Colombia la tecnificación de la minería subterránea es deficiente, solamente hay unas pocas minas subterráneas mecanizadas con buena tecnología, pero en cierta medida se ha ido mejorando pues la necesidad de realizar un correcto manejo y una inversión en tecnologías es cada vez mayor.

A continuación se describen los principales métodos de extracción por minería subterránea:

Camaras y pilares

En este método, en una primera fase, se construyen las cámaras, que correponden a espacios alargados, con dimensiones variables, que dependen del comportamiento geomecánico del techo y de la roca encajante; entre cámara y cámara se dejan pilares de carbón. En una segunda fase, y en retirada, se

efectua la recuperación de manera parcial. Los espacios entre cámaras y pilares deben ser tan grandes, que la explotación, cargue y demás trabajos se realicen con toda facilidad dentro de ella. Sin embargo debe regularse el trabajo de tal manera, que el techo de la cámara se mantenga en su sitio sin necesidad de fortificación durante el tiempo que dura la explotación.

Para desarrollar el sistema se avanzan varias galerías en el sentido del rumbo del manto y luego se construyen tambores en sentido del buzamiento que interceptan entre si las galerías. Posteriormente se realiza el ensanche de los tambores que conforma la cámara. En la mayoría de los casos, las cámaras se ordenan perpendicularmente a las galerías principales, pero con frecuencia se trazan también, de tal forma que su pendiente sea favorable para el transporte.

El arranque del carbón se hace generalmente en forma manual o con explosivos; se inicia en la parte superior del tambor, descendiendo hasta llegar a la galería de nivel o transporte.

Por lo general este método debe aplicarse en mantos de carbón con espesores mayores a 1,0 m. y buzamientos moderados menores a 35 grados. Entre los inconvenientes de este método se cuentan una ventilación defectuosa, gran número de galerías preparatorias, consumo alto de explosivos, bajos rendimientos, alto consumo de madera, y una recuperación inicial de carbón entre el 50 y 60 %.

En la figura 6.2 se presenta un esquema sobre el metodo de explotación de cámaras y pilares.

Tajo largo

Es un método que se aplica a yacimientos horizontales y espesores de mantos de carbón no mayores a 3,0 metros. El tajo está constituido por una vía larga y estrecha, que une dos galerías, limitado en uno de sus costados por el carbón y en el otro, por el área explotada. Este método se caracteriza por presentar un desplazamiento continuo del frente de explotación, debido al arranque inenterrumpido del mineral a lo largo del tajo, el cual mantiene su forma aproximadamente invariable. La longitud de los

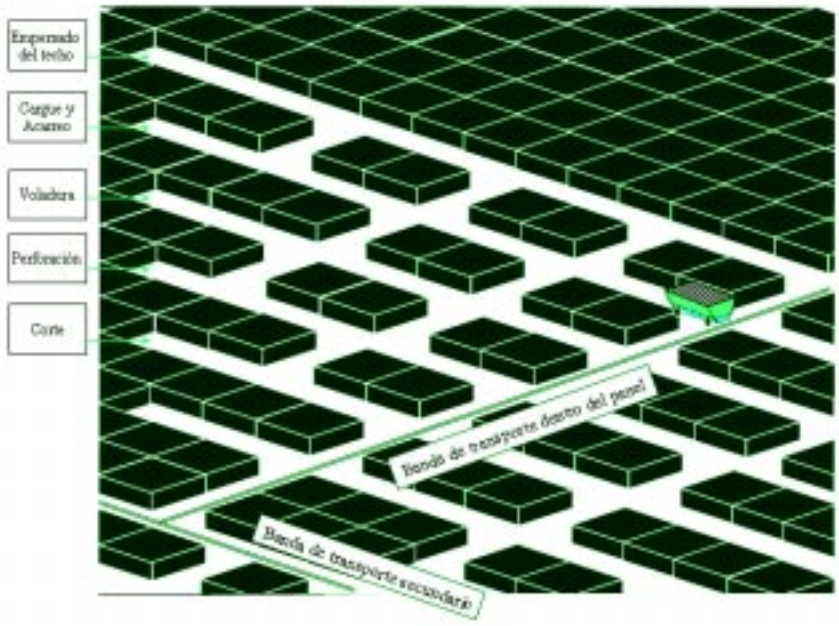

Figura 6.2 Método por cámaras y pilares
Fuente: Curso de Geologia y Minería, Universidad Nacional de Colombia, 1991

tajos oscila entre 30 y 300 metros, dependiendo de las características del yacimiento y del diseño. El arranque se hace de manera manual o mecánicamente.

En el sistema de tajo largo existen muchas variantes dependiendo de las características del depósito (tajo en diagonal, tajos con frente circular, tajos con frente escalonado).

Para capas de buzamiento moderado se utiliza el sistema de grandes tajos en dirección. A medida que el buzamiento es mayor se utiliza el sistema de tajo en diagonal.

Los inconvenientes de este sistema comprenden:

- La salida del carbón debe ser regular ya que el trabajo no admite pausas muy largas.

- La explotación es muy sensible a las condiciones geológicas no controladas.

- Los derrumbes de techo deben controlarse, de tral manera, que la caida se haga con regularidad e inmediatamente detrás del frente de trabajo.

En la Figura 6.3 se presenta un esquema sobre el método de explotación de tajo largo.

Ensanche de tambores

Son llamados transversales o perpendiculares a una galería principal o sobreguía en dirección, donde desembocan, y son paralelas entre ellas mismas; su finalidad es dividir en sectores el campo de explotación. Su distancia depende de la longitud de explotación que oscila entre 300 y 600 m.; sin embargo en terrenos de alta presión, en capas potentes o cuando existe un grave riesgo de incendio en las capas, esta distancia se reduce.

En general los trabajos se ejecutan con martillos picadores, su fortificación depende de las características de los terrenos.

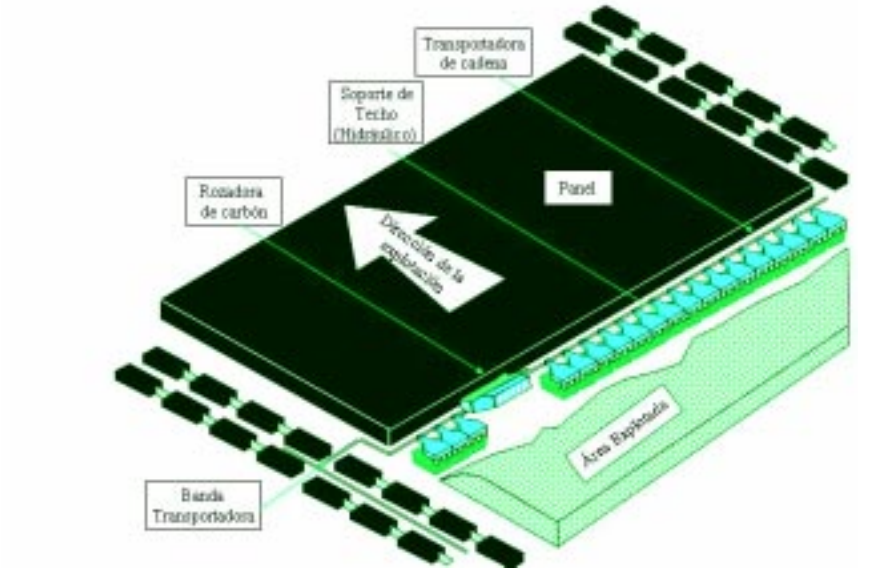

Figura 6.3 Método por tajo largo
Fuente: Curso de Geologia y Minería, Universidad Nacional de Colombia, 1991

Son labores ascendentes a partir del tambor y su pendiente será tal que asegure la evacuación de las aguas y el mínimo de energía en el arrastre; el ensanche o arranque se realiza de forma lateral creando una cabida cada vez más grande de forma que quede una sola cámara como resultado final. Su ensanche se realiza de tal forma que deje un machón intermedio entre las transversales como sostenimiento o se puede trabajar sin ningún sostenimiento, en retirada con un relleno hidráulico, o en zonas donde la roca encajante es lo suficientemente resistente.

La Figura 6.4 representa un esquema sobre la definición del método de ensanche de tambores en minería subterranea.

Escalones invertidos o testeros

Se emplea en yacimientos con buzamientos muy pronunciados, en donde se descompone el yacimiento en niveles. La explotación comienza por el nivel inferior y se abre un frente de trabajo que se va ensanchando y formando bloques escalonados que van progresando a medida que avanza la explotación. El descargue del carbón se realiza por gravedad hasta la galería inferior de transporte.
Este método se utiliza en mantos con espesores entre 0,50 y 3,0 m.; buzamientos mayores a 50 grados; requiere de sistemas especiales de ventilación.

En la Figura 6.5 se presenta un esquema sobre este método de explotación.

6.3 EXPLOTACIONES SUBTERRÁNEAS DE CARBÓN EN COLOMBIA Y DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES PRINCIPALES

El carbón en Colombia se explota en zonas montañosas y en zonas planas. En zonas montañosas el carbón se explota desde un nivel de apertura hacia arriba, con el fin de utilizar la gravedad para el transporte del carbón dentro de los tajos. En zonas planas la explotación del carbón se realiza mediante sistemas totalmente mecanizados.

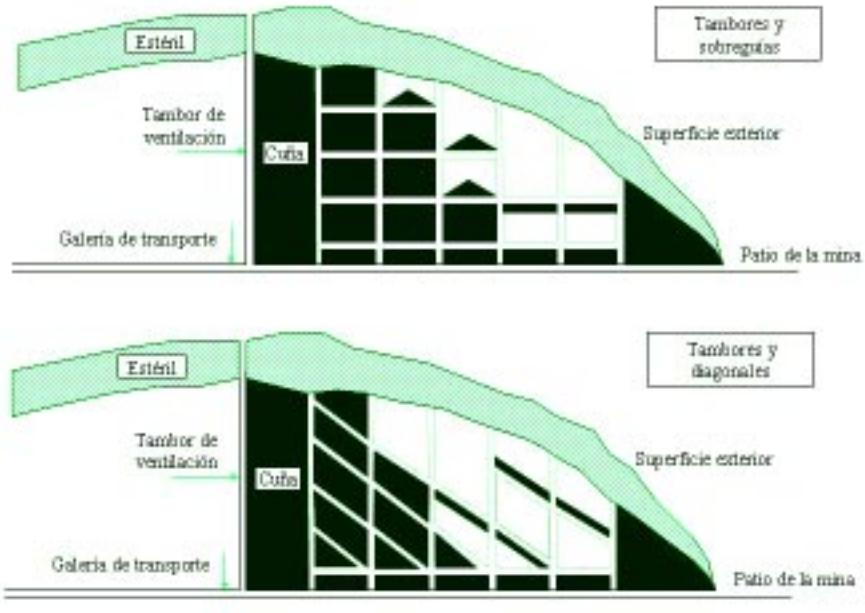

Figura 6.4 Método ensanche de tambores
Fuente: Curso de Geologia y Minería, Universidad Nacional de Colombia, 1991

A continuación se describen las actividades de las labores principales que caracteriza la minería subterránea de carbón en Colombia.

Apertura y desarrollo

Trabajos en superficie: comprende vías
Avances subterráneos: comprende galerías, inclinadas, cruzadas y se hace mediante:

- Perforación: martillo y cincel; taladros neumáticos; taladros eléctricos
- Voladura: dinamitas de seguridad
- Cargue y transporte: pala manual; pala nemática; vagonetas manuales; banda transportadora; malacates.
- Entibación: maderas; arcos de acero

Preparación

Avances subterráneos: comprende subniveles, diagonales, tambores; vias de cabeza y pie de tajo y se hace mediante:

- Perforación: manual; perforaciones eléctricas y neumáticas.
- Voladura: dinamitas Indumil y de seguridad
- Cargue y transporte: malacates; rastrillos; canales; bandas transportadoras
- Entibación: maderas y eventualmente arcos

Prolongación de instalaciones: comprende tuberías, rieles y ventilación

Transporte de suministros: comprende métodos manuales, cables, malacates y vagonetas

Extracción de carbón

Arranque: comprende herramientas como pico y pala, martillos neumáticos, perforación y voladura.

Cargue y transporte dentro del tajo. comprende pala y recipientes; gravedad; canales comunes y transportadoras blindadas.

Entibación o relleno de espacios: comprende maderas, palancas de fricción y material de relleno.

Almacenamiento, cargue y transporte en galerías principales

Comprende las actividades de: compuertas de madera; tolvas de madera o metálicas; gravedad,

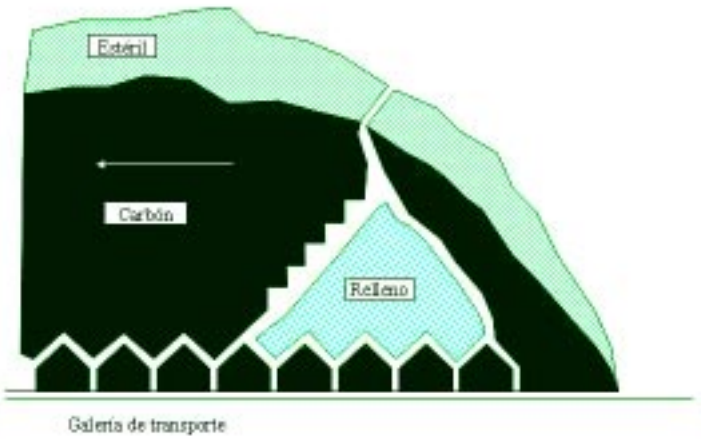

Figura 6.5 Método escalones invertidos o testeros
Fuente: Curso de Geologia y Minería, Universidad Nacional de Colombia, 1991

alimentadores; rastrillos; vagonetas manuales, malacates; banda transportadora.

Almacenamiento fuera de la mina y transporte para consumo

Comprende tolvas de madera, metálicas, concreto; camiones.

6.4 CIERRE Y ABANDONO DE MINA

Para elaborar el Plan de Cierre de una mina subterránea se debe partir de las condiciones en que se encontraba el área antes de la explotación, información tomada a partir de los resultados del Estudio de ImpactoAmbiental y específicamente de la Línea Base ambiental obtenida para el área de influencia del proyecto, previendo el estado en que finalizarían las diferentes actividades operativas que conforman el proyecto minero y el uso posterior que se le daría al territorio, los cuáles han sido convenientemente documentados en el correspondiente Plan de Manejo; paralelamente se debe analizar la respuesta del territorio a los procesos naturales de su entorno.

6.4.1 Marco estratégico del plan de cierre de mina

El marco estratégico del plan de cierre de una mina de carbón subterránea, debe considerar los siguienteas aspectos fundamentales:

- Participación de los diferentes actores involucrados
- Planeamiento
- Provisión financiera
- Direccionamiento o gerencia
- Normas y estándares
- Cesación de derechos

En la Tabla 6.1 se identifican los actores involucrados en un proceso de cierre de una mina de carbón subterránea. Estos actores tienen que ver con la compañía dueña del proyecto, con la comunidad y obviamente con el estado.

En la Figura 6.6 se presentan los diferentes procesos involucrados para el planeamiento de cierre de minas.

En la Tabla 6.2 se identifican los diferentes aspectos de estabilidad física, química y usos del territorio, con sus correpondientes objetivos, que la actividad de cierre de minas subterráneas requiere.

Tabla 6.1 Participación de actores en el cierre de minas

ACTORES (PARTICIPANTES)		PARTICIPACION - COMPROMISO
Compañía	Empleados	Deben participar directamente y soportar el Plan de Cierre de la mina
	Personal de dirección - gerencia	Debe promover continuamente el conocimiento y la consistencia del Plan
	Accionistas	Deben mantenerse bien informados sobre las obligaciones de la compañía en el Cierre.
Comunidad	Propietarios de negocios locales & proveedores de servicios	Los efectos económicos pueden ser severos por tanto estos participantes están facultados para asesorarse sobre sus propios planes de transición o continuidad.
	Propietarios de tierras, vecinos, residentes	Pueden estar directamente afectados por el cierre y tener necesidades y expectativas específicas que pueden ser incorporadas en el plan de recuperación o rehabilitación.
	Gobierno local	Deben proveer el vínculo principal con la comunidad. La consulta temprana y la planeación minimizan los problemas en servicios ofrecidos por la comunidad.
Estado	Autoridades responsables & reguladoras (mineras y ambientales)	Deben coordinar las funciones y necesidades de otras agencias del gobierno con responsabilidades en el área.
	Autoridades agrarias y de planeación de uso del territorio	En el caso de que sean diferentes de las entidades responsables directas, es necesario asegurar que sus requerimientos estén integrados en el proceso de cierre.
	Otras agencias gubernamentales	Los efectos potenciales del cierre sobre la comunidad y los individuos pueden requerir consulta con otras agencies del gobierno.

Fuente: Guía Minero Ambiental, Minminas, Minambiente, 2002.

Tabla 6.2 Aspectos del cierre de operaciones en minas subterráneas

ASPECTOS	OBJETIVOS
ESTABILIDAD FÍSICA Túneles Desagües Declives Subsidencia -hundimientos	Limitar accesos Clausurar entradas Mantener seguridad Estabilizar superficies
ESTABILIDAD QUÍMICA Lixiviación de metales Drenaje Acido Contaminantes Gases - Metano	Mantener calidad de aguas Cumplir con normas de calidad de agua Prevenir fugas al ambiente
USO DEL TERRITORIO Productividad Impacto visual Drenaje	Recuperar para un uso alterno Recuperar patrones de drenaje

Fuente: Guía MineroAmbiental, Minminas, Minambiente, 2002.

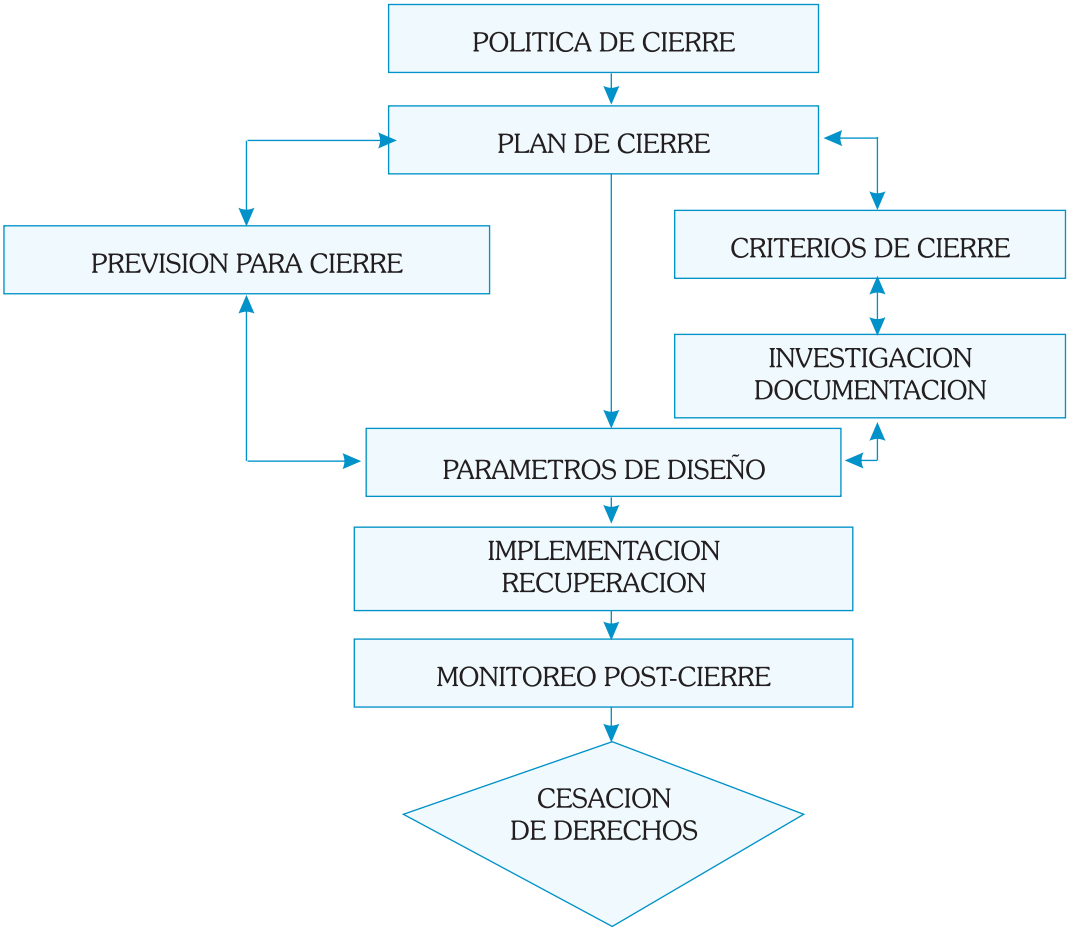

Figura 6.6 Planeación de cierre de minas.

Tabla 6.3 Aspectos de cierre relacionados con material estéril

ASPECTOS	OBJETIVOS	MEDIDAS DE CONTROL	CONSIDERACIONES PARA MONITOREO
ESTABILIDAD FÍSICA Taludes Laderas Erosión Drenaje Polvo	Estabilizar superficies Prevenir fallas, derrumbes y producción de material particulado (sedimentos)	Seleccionar del terreno evitando bases débiles Establecer drenajes internos Conformar taludes suaves Definir superficies Establecer coberturas Definir zanjas y desagües Construir piscinas de sedimentación Reforestar	Monitoreo de grietas en la corona del talud Monitoreo de fallas nuevas o en proceso, de procesos erosivos Monitoreo de vegetación Monitoreo de taludes Monitoreo de desagües, zanjas y piscinas Monitoreo de deslizamientos

Sigue página 71

ASPECTOS	OBJETIVOS	MEDIDAS DE CONTROL	CONSIDERACIONES PARA MONITOREO
ESTABILIDAD QUÍMICA Lixiviación de Metales Drenaje Acido Reactivos residuales de molienda Contaminantes	Mantener calidad de aguas Cumplir con normas de calidad de agua	Mantener bajo cobertura acuática para controlar reacciones Tratar previamente por mezcla con materiales alcalinos para neutralizar drenajes ácidos Diseñar piscinas para almacenamiento de residuos Aislar materiales reactivos Cubrir y reforestar Controlar drenaje Recolectar y tratar efluentes	Muestreo y análisis de lixiviados, filtraciones, drenajes y aguas superficiales y subterráneas Evaluación Acido/ Base para determinar el potencial de generación de acidez
USO DEL TERRITORIO Productividad Impactos visuales Drenaje	Recuperar el terreno para un uso alterno Recuperar patrones de drenaje	Definir superficies Reforestar	Monitoreo e inspección regular

Tabla 6.4 Aspectos de cierre relacionados con el manejo de aguas

ASPECTOS	OBJETIVOS	MEDIDAS DE CONTROL	CONSIDERACIONES PARA MONITOREO
ESTABILIDAD FÍSICA Muros de piscinas o diques Estructuras Tuberías Zanjas Piscinas de sedimentación Alcantarillado Erosión	Lograr estabilidad a largo plazo Garantizar seguridad de las estructuras Mantener capacidad de inundación Prevenir de obstrucciones Prevenir erosión Mantener el flujo de agua	Romper diques o piscinas dañadas Remover estructuras Clausurar entradas y salidas Actualizar diseño de formación de inundaciones Remover tuberías Llenar zanjas y desagües Planear mantenimiento a largo plazo Proteger taludes erosionables	Monitoreo de erosión, especialmente en puntos de confluencia de corrientes y declives Monitoreo de acumulación de sedimentos o escombros que produzcan obstrucciones
ESTABILIDAD QUÍMICA Contaminación de aguas superficiales y/ o subterráneas	Mantener calidad de agua	Tratar o prevenir contaminación Drenar, procesar y descargar Instalar barreras Reforestar	Muestreo y análisis
USO DEL TERRITORIO Obstrucción en suministro de agua Productividad del uso de la tierra	Recuperar patrones de drenaje Recuperar el territorio para un uso apropiado	Estabilizar y mantener	Monitoreo e inspección regular

Tabla 6.5 Aspectos de cierre relacionados con infraestructura

ASPECTOS	OBJETIVOS	MEDIDAS DE CONTROL	CONSIDERACIONES PARA MONITOREO
ESTABILIDAD FÍSICA Edificios Equipos Vías Pistas de aterrizaje Servicios	Mantener seguridad en el área Controlar accesos	Desmantelar y remover edificios, equipos y otros servicios Excavar tanques enterrados y rellenar Recuperar patrón de drenaje Reforestar	Monitoreo de cercas, barricadas y seguridad del sitio Monitoreo de erosión Monitoreo de acumulación de sedimentos o escombros que produzcan obstrucciones
ESTABILIDAD QUÍMICA Áreas de almacenamiento de combustible y químicos PCBs (si se usan) y su aislamiento Explosivos Derrames de combustible o aceites	Mantener seguridad en el área Mantener calidad de agua	Remover materiales indeseables Tratar suelos contaminados o disponerlos en sitios autorizados Controlar y tratar drenajes	Monitoreo visual Muestreo si sospechan derrames
USO DEL TERRITORIO Usos alternos Productividad Impactos visuales	Recuperar el territorio para un uso apropiado	Remover bases y redefinir superficies Recuperar drenaje natural Reforestar	Monitoreo e inspección regular

MSC 7
EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN

La evaluación ambiental forma parte del proceso de planificación mediante el cual se diseñan estrategias, programas y actividades con el fin de que el proyecto de explotación, sea ambientalmente sostenible.

Para el anterior propósito en la normatividad ambiental se han establecido una serie de medios e instrumentos, requerimientos y requisitos ambientales de obligatorio cumplimiento para quien pretenda desarrollar un proyecto, obra o obra o actividad relacionados con la explotación subterránea de carbón, los cuales se plantean en el presente capítulo.

7.1 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El estudio de impacto ambiental es el conjunto de la información que deberá presentar ante la autoridad competente, el peticionario de una licencia ambiental.

De acuerdo con el Decreto 1180 de 2003, el estudio de impacto ambiental se exigirá en todos los casos en que se requiera licencia ambiental, de acuerdo con la ley y su reglamentación. El estudio de impacto ambiental deberá corresponder en su contenido y profundidad a las características y entorno del proyecto, obra o actividad.

Según el referido Decreto, el estudio de impacto ambiental deberá contener lo siguiente

- Un resumen ejecutivo de su contenido.

- La delimitación del área de influencia directa e indirecta del proyecto, obra o actividad.

- La descripción del proyecto, obra o actividad, la cual incluirá: localización, etapas, dimensiones, costos estimados, cronograma de ejecución, procesos, identificación y estimación básica de los insumos, productos, residuos, emisiones, vertimientos y riesgos inherentes a la tecnología a utilizar, sus fuentes y sistemas de control.

- La determinación de los recursos naturales renovables que se pretenden usar, aprovechar o afectar para el desarrollo del proyecto, obra o actividad.

- La descripción, caracterización y análisis del medio biótico, abiótico, socioeconómico y cultural en el cual se pretende desarrollar el proyecto, obra o actividad.

- La identificación y evaluación de los impactos ambientales que puedan ocasionar el proyecto, obra o actividad, indicando cuáles pueden prevenirse, mitigarse, corregirse o compensarse.

- La propuesta de plan de manejo ambiental del proyecto, obra o actividad que deberá contener lo siguiente:

Las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos ambientales negativos que pueda ocasionar el proyecto, obra o actividad en el medio ambiente o a las comunidades durante las fases de construcción, operación, mantenimiento, desmantela-miento, abandono y/o terminación del proyecto obra o actividad.

El programa de monitoreo del proyecto, obra o actividad con el fin de verificar el cumplimiento de los compromisos y obligaciones ambientales durante la implementación del plan de manejo ambiental, y verificar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental establecidos en las normas vigentes. Así mismo, evaluar mediante indicadores el desempeño ambiental previsto del proyecto, obra o actividad, la eficiencia y eficacia de las medidas de manejo ambiental adoptadas y la pertinencia de las

medidas correctivas necesarias y aplicables a cada caso en particular.

El plan de contingencia el cual contendrá las medidas de prevención y atención de las emergencias que se puedan ocasionar durante la vida del proyecto, obra o actividad.

Los costos proyectados del plan de manejo en relación con el costo total del proyecto obra o actividad y cronograma de ejecución del plan de manejo.

7.2 REQUERIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE PERMISOS DE USO, APROVECHAMIENTO O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Se considera necesario recalcar que de acuerdo con la normatividad vigente, la Licencia Ambiental incluye los permisos y autorizaciones para la utilización, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables, asi como las condiciones, prohibiciones y requisitos de su uso.

7.2.1 Aprovechamiento de aguas superficiales

- Nombre y localización de la fuente y de los sectores de captación y caudales promedio característicos
- Inventario de usuarios afectables por el aprovechamiento de aguas
- Cuantificación de las cantidades de agua globales requeridas y discriminadas según las diferentes destinaciones.
- Diseño de los sistemas que se adoptarán para la captación, derivación, conducción, control de caudales y disposición de sobrantes.
- Identificación de impactos ambientales y obras de prevención, mitigación y compensación.

7.2.2 Vertimiento de residuos líquidos

En la explotación se generan vertimientos de aguas residuales domésticas que provienen de las viviendas, campamentos y demás instalaciones de la mina, aguas residuales aceitosas generadas por los vehículos y maquinarias que operan en la mina en los patios de acopio e igualmente se producen las aguas de mina. Todas estas aguas residuales requieren de un manejo y tratamiento, que implican la obtención de permisos cuyos requerimientos son:

- Localización de la(s) corriente(s) o depósito(s) de agua que habrá de recibir el vertimiento, con mapa de localización a escala 1:25.000 ó mayor
- Clase, calidad y cantidad de desagües.
- Descripción general de los sistemas de tratamiento, manejo y disposición que se adoptará y estado final de calidad previsto para el vertimiento. Indicación de los insumos y sustancias que se utilizarán en el tratamiento.
- Forma y caudal de la descarga, expresada en litros por segundo, indicando si se hará en flujo continuo o intermitente.
- Caracterización físico química y biológica de los cuerpos de agua receptores.
- Identificación de impactos ambientales, obras de prevención, mitigación y compensación.
- En el caso de disposición en el suelo, se debe realizar su análisis referido a régimen hídrico y factores que lo determinan: capacidad de campo, capacidad de infiltración, precolación, textura y estructura y el análisis denlos factores climáticos que permitan definir las condiciones de disposición del agua de vertimiento.

Tabla 7.1 Contenido básico para la descripción del medio físico, biótico y socioeconómico de la explotación subterránea de carbón en el EIA.

DIMENSIÓN	COMPONENTE	ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE, RESTRICCIONES Y SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL (Cartografía Escala 1:25.000)
FÍSICA	GEOSFÉRICO	• Geología/litología • Geomorfología yprocesos erosivos • Suelos • Geotecnia/pendientes • Riesgo sismotectónico/erosivo • Fuentes de materiales
	HIDROCLIMÁTICO	• Cuerpos de agua superficiales y subterraneos/drenajes • Hidrología • Caracterizacion climatica • Riesgo por inundación/crecientes • Determinación de calidad del agua de corrientes afectables por el proyecto. • Oferta, demanda y usos de cuerpos de agua en areas de captación o vertimiento afectables por el proyecto
BIOTICA	FLORÍSTICO Y FAUNÍSTICO	• Areas de manejo especial como parques nacionales naturales, parques naturales regionales, zonas de reserva forestal y humedales. • Caracterización de los ecosistemas de flora y fauna • Especies de flora y fauna importantes por ser endémicas, amenazadas, de valor comercial o tradicional o como alimento de fauna vulnerable. • Caracterización de unidades, asociaciones vegetales y árboles aislados que se verán afectados por el proyecto.
ECONOMICA	ESTRUCTURA PRODUCTIVA	• Actividades productivas • Mercado laboral • Usos del suelo • Tamaño y tenencia de la tierra. • Infraestructura productiva
	ESTRUCTURA FUNCIONAL DE PRESTACION DE SERVICIOS	• Organización urbano-funcional-servicios • Infraestructura vial, productiva y de servicios, • Proyectos de desarrollo actuales y proyectados.
CULTURAL	COMP. ÉTNICA	• Grupos étnicos • Territorios
	COMP. CULTURAL	• Tipos de asentamiento • Grupos locales/mezclados
	DEMOGRAFICO	• Comportamiento demografico y sus tendencias • Densidad rural y urbana a nivel municipal • Areas de expansion urbana y rural.
	POTENCIAL ARQUEOLÓGICO	• Potencial prospección de áreas de patrimonio histórico • Capacidad institucional regional de protección del patrimonio
	POTENCIAL ARQUEOLÓGICO	• Prospección de áreas de patrimonio arqueologico • Datar y caracterizar yacimientos y co-relacionar con contexto regional

Sigue página 78

DIMENSIÓN	COMPONENTE	ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE, RESTRICCIONES Y SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL (Cartografía Escala 1:25.000)
POLÍTICA	CONFLICTOS	• Conflictos e interlocutores
	INSTITUCIONAL	• Presencia, capacidad institucional y administrativa. Plan (es) de desarrollo
	PRESENCIA DE CONFLICTOS	• Territorialidad • Actores • Tipos de conflictos • Conflictividad con las obras de infraestructura
	PRESENCIA INSTITUCIONAL	• Presencia institucional, • Capacidad y eficiencia y administrativa.
	ESTRUCUTRA DE PODER	• Actores con capacidad de intervenir en toma de decisiones en asuntos publicos • Experiencia oprganizativa y movilizacion social
	ORGANIZACIÓN	• Interlocutores para la concertacion del pma • Espacios de concertación y co-gestión con la comunidad

Fuente: Ministerio de Ambiente Vivienda y Ordenamiento Territorial, Resolución 1168 de 1999. Términos de referencia para elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para operaciones de minería de carbón.

7.2.3 Emisiones atmosféricas

Se requieren especialmente, para la operación de los patios de acopio del carbón, debiendo cumplir con los siguientes requisitos:

- Localización de las instalaciones del proyecto.
- Fecha proyectada de iniciación de actividades ó fechas proyectadas de iniciación y terminación de obras, trabajos o actividades si se trata de emisiones transitorias.
- Información meteorológica básica del área afectada por las emisiones.
- Descripción de las obras, procesos y actividades de construcción, montaje, extracción, beneficio, acopio y transporte que generen las emisiones y los planos que dichas descripciones requieran.
- Tipos de contaminantes atmosféricos previstos en los procesos y actividades referidos en el párrafo anterior (SOx, NOx, CO, CO^2, Hidrocarburos y material particulado) y estimación cuantificada de los mismos.
- Flujograma con indicación de ubicación, cantidad y caracterización de los puntos de emisión al aire; descripción y planos de los ductos, chimeneas o fuentes dispersas, e indicación de sus materiales, medidas y características técnicas.
- Información técnica sobre producción prevista o actual, proyectos de expansión y proyecciones de producción a cinco años.
- Estudio técnico de evaluación de emisiones en los procesos de producción; información sobre consumo de materias primas, combustibles y otros materiales utilizados.
- Diseño de sistemas para el control de emisiones atmosféricas y/o tecnología limpia.

7.2.4 Aprovechamiento forestal

La construcción e instalación de obras de infraestructura, necesarias para el proyecto, obra o actividad, así como la apertura de vías, escombreras y patios de acopio, pueden requerir de aprovechamiento forestal, cuyos requisitos de permiso son:

- Justificación técnica de la necesidad de realizar el aprovechamiento forestal.

- Plano de ubicación con coordenadas (Geográficas y planas) y delimitación de las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal.
- Régimen de propiedad de las áreas objeto de aprovechamiento.

- Extensión de áreas objeto de aprovechamiento, así como identificación taxonómica de especies, volumen, cantidad o peso aproximado y uso que se pretende dar a los productos forestales.

- Presentación del plan de aprovechamiento forestal, en el que se incluya un inventario estadístico con error de muestreo no superior al quince por ciento (15 %) y una probabilidad del noventa y cinco por ciento (95%).

- Se deben indicar los proyectos de compensación, tales como protección, conservación repoblación forestal, que se contemplen en el Estudio de Impacto ambiental.

7.2.5 Ocupación de cauces

La construcción de algunas vías, obras o instalaciones, podrá en algunos casos ocupar cauces, para lo cual se requiere:

- Diseño de las obras a construir, con el cálculo de los caudales a construir y los planos a escala adecuada.

- Impactos ambientales previsibles.

- Procedimientos constructivos y obras de protección y control torrencial.

7.2.6 Explotación de canteras

En el caso de requerirse material de préstamo de construcción se deberá obtener a través de la compra a terceros con permiso de explotación y autorización de la autoridad ambiental. En el caso de no ser posible la obtención del material de préstamo a terceros, el interesado deberá solicitar directamente el permiso.

Nota: El manejo, transporte y disposición de residuos sólidos aunque no requiere permiso, debe realizarse según el Decreto 605 de 1996.

7.3 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Existen varias metodologías para la identificación de impactos ocasionados por los proyectos, obras o actividades sobre los componentes del medio ambiente.

La metodología sugerida y desarrollada en esta guía, es la matriz de causa efecto, en que se correlacionan las actividades generadoras de impacto con los componentes y factores ambientales susceptibles de afectación. La tabla 7.2 presenta una relación de algunos de los métodos utilizados para la identificación de impactos ambiéntales.

7.3.1 Impactos ambientales de la minería subterránea de carbón

La siguiente tabla presenta la matriz de causa-efecto de impactos ambientales para la explotación subterránea de carbón (Tabla 7.3).

Igualmente para los diferentes componentes ambientales y recursos afectables por la minería subterránea de carbón, se presenta a continuación, la correlación de los impactos, las actividades que los generan y la referencia a las medidas de manejo que se deben aplicar.

7.3.2 Impactos ambientales en patios de acopio de carbón

La siguiente tabla presenta la matriz de causa - efecto de impactos ambientales para los patios de acopio de carbón (Tabla 7.4)

Igualmente para los diferentes componentes ambientales y recursos afectables por los patios de acopio de carbón, se presenta a continuación, la correlación de los impactos, las actividades que los generan y la referencia a las medidas de manejo que se deben aplicar.

Tabla 7.2 Métodos de identificación de impactos

METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	MODELOS PARA IDENTICACION DE IMPACTOS
Listas de verificación. Es un método de identificación sencillo, que se usa para identificación preliminar de impactos. El método es de utilidad en la selección de los impactos relevantes y previsibles. **Matriz de causa – efecto.** Consiste en la utilización de un cuadro de doble entrada, en el que se disponen los factores medio ambientales que pueden ser afectados y las actividades que generan la afectación. Se puede utilizar dicha matriz, para establecer la variación de la calidad ambiental mediante la asignación de valores cuantitativos a dicha valoración. **Superposición cartográfica.** Permite obtener mapas de afectación ambiental, mediante la superposición de mapas temáticos de aspectos biofísicos y sociales de una misma región. **Método de Mc. Harg.** Con base en los mapas de uso actual y uso potencial, se determinan las zonas de conflicto de uso por sobreexplotación o subexplotación de las ofertas ambientales. **Red de impactos.** Determina impactos a mediano y largo plazo. Relaciona impactos individuales entre sí, obteniendo impactos indirectos (secundarios o terciarios)	**Modelos Empíricos.** Predicen o cuantifican problemas ambientales específicos, con información experimental de la dinámica del ecosistema. **Modelos descriptivos.** Permiten plantear el funcionamiento del sistema con base en información detallada. **Modelos matemáticos complejos.** Permiten predicciones mas precisas. Incluyen variaciones temporales, espaciales y de variaciones al azar. **Modelo ecológico.** Es similar al de la superposición cartográfica, con un análisis del territorio más exhaustivo.

Tabla 7.3 Matriz de impactos ambientales de la minería subterránea de carbón

		ACTIVIDADES / IMPACTOS	ACTIVIDADES, OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLOTACION SUBTERRANEA DE CARBON											
			Construcción y montaje				Arranque y transporte						Cierre y abandono	
			Instalaciones	Construcción y Adecuac. Vías Internas y Externas	Líneas de Transmisión	Infraestruct. de Servicios Públicos	Apertura de Túneles	Entibación	Perforación y Voladura	Transporte Interno	Transporte Externo	Disposición de Estériles	Frentes mineros	Infraestructura
COMPONENTE AMBIENTAL	Aire	Emisión de gases	0	0			0		0	0	0			
		Emisión material particulado	0	0		0	0		0	0	0	0		0
		Generación de ruido		0			0		0	0	0	0		
	Agua	Contaminación físico química	0	0					0	0	0	0		
		Deterioro recursos hidrobiológicos	0	0								0		
		Alteración de drenajes superficiales.	0	0			0					0		
		Alteración de aguas subterráneas				0	0		0					
		Aportes de sedimentos a corrientes	0	0						0	0	0		
	Suelo y Subsuelo	Cambios geomorfológicos – Subsidencia	0	0			0		0			0		
		Erosión superficial y movimientos en masa	0	0	0	0						0		
		Movimiento macizo rocoso					0		0					
		Contaminación del suelo				0				0	0	0		
	Paisaje	Deterioro del entorno	0	0	0	0	0		0	0	0	0		
		Contrastes visuales	0	0	0	0	0			0	0	0		
	Biotico	Pérdida de cobertura vegetal	0	0	0	0		0				0		
		Afectación de flora y fauna	0	0	0	0		0		0	0	0		
	Socioeconomico	Cambio de costumbres, sistemas productivos y patrimonio cultural	0	0										
		Procesos de migración	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0

Sigue página 81

		ACTIVIDADES / IMPACTOS	ACTIVIDADES, OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLOTACION SUBTERRANEA DE CARBON											
			Construcción y montaje				Arranque y transporte						Cierre y abandono	
			Instalaciones	Construcción y Adecuac. Vías Internas y Externas	Líneas de Transmisión	Infraestruct. de Servicios Públicos	Apertura de Túneles	Entibación	Perforación y Voladura	Transporte Interno	Transporte Externo	Disposición de Estériles	Frentes mineros	Infraestructura
COMPONENTE AMBIENTAL	Socioeconomico	Incremento de la demanda de bienes y servicios públicos	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cambios de empleo e ingresos	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
		Deterioro infraestructura vial	0	0							0			
		Cambios en uso del suelo	0	0								0		
		Incremento de riesgos y accidentalidad	0	0	0		0	0	0	0	0			

IMPACTOS EN EL COMPONENTE HÍDRICO

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Construcción y adecuación de vías	Contaminación físico química y bacteriológica Deterioro recursos hidrobiológicos Aportes de sedimentos a cuerpos de agua Alteración de drenajes superficiales Alteración de aguas subterráneas Aumento de consumos, disminución de caudales.
Aguas residuales domésticas	
Aguas de mina (Construcción de socavones, perforación, voladura)	
Disposición de estériles	
Descapote para adecuación de áreas	
Deforestación para entibado de minas	

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Manejo ambiental de aguas lluvias y de escorrentía	MSC – 8 – 05
Manejo ambiental de aguas residuales domésticas	MSC – 8 – 07
Manejo ambiental de aguas de mina	MSC – 8 – 09
Manejo ambiental de cuerpos de agua	MSC – 8 – 06
Abastecimiento de agua	MSC – 8 – 04

Sigue página 83

IMPACTOS EN LA ATMÓSFERA

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Construcción y adecuación de áreas	Emisiones de gases Emisiones de material particulado Incremento en los niveles de ruido
Construcción de socavones, perforación y voladura	
Cargue y descargue de carbón	
Transporte al interior de la mina y externo	
Manejo y disposición de estériles	
Deforestación para entibado	

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Manejo ambiental del parque automotor y otros equipos	MSC – 8 –18
Manejo y control ambiental de emisión de gases	MSC – 8 – 01
Manejo y control ambiental de material particulado	MSC – 8 – 02
Manejo y control ambiental de ruido	MSC – 8 – 03
Establecimiento de áreas de protección y reforestación protectora productora	MSC – 8 – 15
Perforación y voladura	MSC – 8 – 17

IMPACTOS EN EL SUELO Y SUBSUELO

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Construcción y adecuación de áreas	Cambios geomorfológicos – Subsidencia Erosión superficial y movimientos en masa Movimiento del macizo rocoso Contaminación del suelo Daños en edificaciones e infraestructura
Apertura de socavones, perforación y voladura	
Deforestación	
Disposición de estériles	
Generación de residuos	

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Manejo y disposición ambiental de estériles	MSC – 8 – 11
Manejo ambiental de hundimientos	MSC – 8 – 12
Manejo ambiental de residuos sólidos	MSC – 8 – 13
Revegetación y control de erosión	MSC – 8 – 10
Recuperación de áreas intervenidas	MSC – 8 – 19

Sigue página 84

IMPACTOS EN LA FLORA Y FAUNA

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Construcción y adecuación de áreas	Pérdida de cobertura vegetal Alteración de recursos hidrobiológicos Alteración de ecosistemas y habitat de flora y fauna Migración de fauna y extinción de especies.
Deforestación	
Disposición de estériles	
Generación de residuos	

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Establecimiento de áreas de protección y reforestación protectora productora	MSC – 8 – 15
Recuperación de áreas intervenidas	MSC – 8 – 19
Manejo ambiental de residuos sólidos	MSC – 8 – 13
Revegetación y control de erosión	MSC – 8 – 10
Manejo de flora y fauna	MSC – 8 – 14
Educación ambiental	MSC – 8 – 21

IMPACTOS EN EL PAISAJE

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Concentración de minas	Deterioro del entorno Contrastes visuales Cambios geomorfológicos – Subsidencia Erosión superficial y movimientos en masa
Deforestación	
Disposición de estériles	
Construcción de vías	
Construcción de instalaciones	
Apertura de socavones	

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Desmantelamiento y recuperación ambiental de áreas intervenidas	MSC – 8 – 19
Manejo y disposición ambiental de estériles	MSC – 8 – 11
Manejo ambiental de residuos sólidos	MSC – 8 – 13

Sigue página 85

COMPONENTE SOCIAL

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Construcción, montaje y operación	Incremento demanda de bienes y servicios públicos Cambios de empleo e ingresos Cambios en uso del suelo Incremento de riesgos y accidentalidad Afectación de infraestructura vial
Tránsito vehicular	
Requerimientos de agua y otros recursos	

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Información, comunicación y participación de la comunidad	MSC – 8 – 20
Educación ambiental	MSC – 8 – 21
Plan de contingencia	
Programa de seguridad industrial	MSC – 8 – 17 –18
Contratación mano de obra	MSC – 8 – 23
Rescate arqueológico	MSC – 8 – 24

Tabla 7.4 Matriz de impactos ambientales de los patios de acopio de carbón

		IMPACTOS \ ACTIVIDADES	ACTIVIDADES, OBRAS Y TRABAJOS DE PATIOS DE CARBON											
			Construcción y montaje			Operacion								Cierre
			Descapote y Remoción de suelo	Construcción de Instalaciones	Construcción y Adecuación de Vías	Entrada y Salida de Vehículos	Cargue y descargue	Almacenamiento de Carbón	Molienda	Clasificación	Lavado	Disposición de Estériles	Mantenimiento de equipos y	Infraestructura
COMPONENTE AMBIENTAL	Aire	Emisión de gases		0	0	0	0		0		0			0
		Emisión de material particulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Generación de ruido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Sigue página 86

IMPACTOS			ACTIVIDADES, OBRAS Y TRABAJOS DE PATIOS DE CARBON												
			Construcción y montaje			Operacion									Cierre
		ACTIVIDADES	Descapote y Remoción de suelo	Construcción de Instalaciones	Construcción y Adecuación de Vías	Entrada y Salida de Vehículos	Cargue y descargue	Almacenamiento de Carbón	Molienda	Clasificación	Lavado	Disposición de Estériles	Mantenimiento de equipos y	Infraestructura
COMPONENTE AMBIENTAL	Agua	Contaminación físico química	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	
		Deterioro de recursos hidrobiológicos	0	0	0			0			0	0		
		Alteración drenajes superficiales	0	0	0							0		
		Aportes de sedimentos a las corrientes	0	0	0			0		0	0	0		
	Suelo	Cambios geomorfológicos	0	0	0			0				0		
		Incremento de erosión superficial	0	0	0							0		
		Contaminación del suelo			0			0			0	0	0	
	Paisaje	Deterioro del entorno	0	0	0	0	0	0				0		
		Contrastes visuales	0	0	0	0	0	0				0		
	Biotico	Pérdida de cobertura vegetal	0	0								0		
		Afectación de flora y fauna	0	0	0							0		
	Social	Deterioro de infraestructura vial				0								
		Cambios en uso del suelo	0	0	0			0						
		Incremento de riesgos y accidentalidad				0	0					0		

IMPACTOS EN EL RECURSO HÍDRICO

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Construcción y adecuación de vías	Contaminación físico química y bacteriológica Deterioro recursos hidrobiológicos Aportes de sedimentos a cuerpos de agua Alteración de drenajes superficiales
Explanación y adecuación de áreas	
Generación de aguas residuales domésticas	
Molienda, clasificación y lavado de carbón	
Almacenamiento de carbón	
Disposición de estériles	
Mantenimiento de Vehículos y maquinaria	

Sigue página 87

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Manejo ambiental de aguas lluvias y de escorrentía	MSC – 8 – 05
Manejo ambiental e aguas residuales domésticas	MSC – 8 – 07
Manejo ambiental de cuerpos de agua	MSC – 8 – 06
Revegetación y control de erosión	MSC – 8 – 10
Manejo ambiental de aguas residuales industriales	MSC – 8 – 08
Abastecimiento de agua	MSC – 8 – 04

IMPACTOS EN LA ATMÓSFERA

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Construcción y adecuación de áreas	Emisión de gases Emisión de material particulado Incremento en los niveles de ruido
Molienda, clasificación y lavado de carbón	
Cargue y descargue de carbón	
Almacenamiento de carbón	
Transporte interno y externo	
Manejo y disposición de estériles	

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Manejo y control ambiental de emisión de gases	MSC – 8 – 01
Manejo y control ambiental de material particulado.	MSC – 8 – 02
Manejo y control ambiental de ruido	MSC – 8 – 03
Manejo ambiental del parque automotor y otros equipos	MSC – 8 – 18
Areas de protección y reforestación protectora productor.	MSC – 8 – 15

IMPACTOS EN EL SUELO

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Construcción y adecuación de áreas	Cambios geomorfológicos Contaminación del suelo Incremento de la erosión superficial
Disposición de estériles	
Operación y mantenimiento de vehículos y maquinaria	

Sigue página 88

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Manejo ambiental del parque automotor y otros equipos	MSC – 8 – 18
Manejo y disposición ambiental de estériles	MSC – 8 – 11
Revegetación y control de erosión	MSC – 8 – 10
Recuperación de áreas intervenidas	MSC – 8 – 19
Manejo ambiental de residuos sólidos	MSC – 8 – 13

IMPACTOS EN LA FLORA Y FAUNA

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Construcción y adecuación de áreas	Pérdida de cobertura vegetal Alteración de recursos hidrobiológicos Alteración de ecosistemas y habitat de flora y fauna Migración de fauna y extinción de especies.
Disposición de estériles	
Generación de residuos	
Transporte interno y externo	
Beneficio de carbón	

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Revegetación y control de erosión	MSC – 8 –10
Recuperación de áreas intervenidas	MSC – 8 – 19
Manejo ambiental de residuos sólidos	MSC – 8 – 13
Manejo ambiental de aguas residuales domésticas	MSC – 8 – 07
Manejo ambiental de aguas residuales industriales	MSC – 8 – 08
Areas ambiental de protección y reforestación protectora productora	MSC – 8 – 15
Manejo de flora y fauna	MSC – 8 – 14
Educación ambiental	MSC – 8 – 21

IMPACTOS EN EL PAISAJE

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Concentración de minas	Deterioro del entorno Contrastes visuales Cambios geomorfológicos Erosión superficial
Deforestación	
Disposición de estériles	
Construcción de vías	
Construcción de instalaciones	

Sigue página 89

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Desmantelamiento y recuperación ambiental de áreas intervenidas	MSC – 8 – 19
Manejo y disposición ambiental de estériles	MSC – 8 – 11
Manejo ambiental de residuos sólidos	MSC – 8 – 13

COMPONENTE SOCIAL

ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO	IMPACTOS
Construcción, montaje y operación	Incremento demanda de bienes y servicios públicos Cambios de empleo e ingresos Cambios en uso del suelo Incremento de riesgos y accidentalidad Afectación de infraestructura vial
Tránsito vehicular	
Requerimientos de agua y otros recursos	

MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
Medida	**Ficha de manejo**
Información, comunicación y participación de la comunidad	MSC – 8 – 20
Educación ambiental	MSC – 8 – 21
Plan de contingencia	
Programa de seguridad industrial	MSC – 8 – 17-18
Contratación mano de obra	MSC – 8 – 23
Rescate arqueológico	MSC – 8 – 24

MSC 8
MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

En este capítulo se presentan las fichas de manejo ambiental cuyo diseño y contenido describen en forma resumida, los parámetros genéricos para orientar, a los empresarios y a los técnicos mineros y del sector ambiental, en la formulación de las medidas para el manejo y control de la explotación subterránea de carbón. Corresponde a los usuarios de esta modalidad minera, adaptar y precisar las fichas de manejo a las condiciones específicas ambientales y sociales en que se pretende desarrollar la explotación.

La minería subterránea de carbón en nuestro medio, en los lugares próximos a la boca de mina, generalmente establece sitios de almacenamiento temporal de carbón, cuyo manejo ambiental depende del grado de organización empresarial de la explotación. En este sentido existen numerosas explotaciones en que el carbón extraído, se apila sin que existan instalaciones para el manejo y control de los impactos que ocasiona dicho almacenamiento. Las minas que poseen una mejor organización empresarial, construyen patios de acopio para el almacenamiento del carbón que incluyen instalaciones para el manejo ambiental de la actividad.

Existen también centros o patios de acopio de carbón, establecidos independientemente de las zonas de explotación, que son instalaciones de intermediación o comercialización y de almacenamiento temporal, con destino a los centros de consumo industrial, a las termoeléctricas o a la exportación del recurso.

Teniendo en cuenta que la actividad extractiva del carbón, está íntimamente asociada a los patios de acopio y que las medidas de manejo ambiental para los componentes ambientales afectables, poseen gran similitud o son comunes para ambas actividades, se considera pertinente presentar las tablas 8.1 y 8.2 que indican cuáles fichas de manejo ambiental aplican a la minería subterránea y cuales aplican a los patios de acopio.

8.1 FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA MINERÍA SUBTERRÁNEA DE CARBÓN

La tabla 8.1 contiene la relación de las fichas de manejo ambiental para la minería subterránea de carbón. Cada una de las fichas desarrolladas presenta las orientaciones recomendadas para el manejo ambiental de las respectivas actividades que, como ya se dijo, deben ajustarse a las condiciones específicas de cada proyecto.

Tabla 8.1 Relación de fichas de manejo ambiental para la minería subterránea de carbón

PROGRAMA	No. FICHA	PROGRAMA	No. FICHA
PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS		**PROGRAMA DE MANEJO DE ECOSITEMAS Y PAISAJE**	
Manejo y control Ambiental de emisión de gases	MSC – 8—01	Manejo Ambiental de flora y fauna	MSC – 8 –14
Manejo y control Ambiental de material particulado	MSC – 8– 02	Establecimiento de áreas de protección y reforestación productora – protectora	MSC – 8 –15
Manejo y control Ambiental de ruido	MSC – 8– 03		

Sigue página 92

PROGRAMA	No. FICHA	PROGRAMA	No. FICHA
PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO		**PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**	
Abastecimiento de agua	MSC – 8– 04	Seguridad industrial	MSC – 8– 16
Manejo Ambiental de aguas lluvias y de escorrentía	MSC – 8– 05	perforación y voladura	MSC – 8– 17
Manejo de cuerpos de agua	MSC– 8– - 06	Manejo Ambiental del parque automotor y otros equipos	MSC – 8– 18
Manejo Ambiental de aguas residuales domésticas	MSC– 8– 07		
Manejo Ambiental de aguas residuales industriales	MSC– 8– 08	**PROGRAMA DE DESMANTELAMIENTO Y CIERRE DE LA EXPLOTACION**	MSC – 8– 19
Manejo ambiental de aguas residuales de minería	MSC– 8– 09		
PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS		**PROGRAMA DE GESTION SOCIAL**	
Revegetación y control de erosión	MSC – 8– 10	Comunicación y participación comunitaria	MSC – 8– 20
Manejo ambiental de estériles	MSC – 8– 11	Educación ambiental	MSC – 8- 21
		Fortalecimiento institucional	MSC – 8- 22
Manejo Ambiental de hundimientos	MSC – 8– 12	Contratación de mano de obra	MSC – 8– 23
Manejo Ambiental de residuos sólidos	MSC – 8 – 13	Rescate arqueológico	MSC – 8– 24

8.2 FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA PATIOS DE ACOPIO DE CARBÓN

Para el caso que el almacenamiento del carbón se realice de manera independiente al área de explotación, se recomienda la aplicación de las fichas de manejo contempladas en la tabla 8.2, reiterando que su utilización debe ser ajustada a las condiciones particulares de cada Patio de Acopio.

Tabla 8.2 Medidas de manejo ambiental para patios de acopio

PROGRAMA	No. FICHA	PROGRAMA	No. FICHA
PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS		**PROGRAMA DE MANEJO DE ECOSITEMAS Y PAISAJE**	
Manejo y control ambiental de emisión de gases	MSC – 8 – 01	Manejo ambiental de flora y fauna	MSC – 8 – 14

Sigue página 93

PROGRAMA	No. FICHA	PROGRAMA	No. FICHA
Manejo y control ambiental de material particulado	MSC – 8 – 02	Establecimiento de áreas de protección y reforestación productora – protectora	MSC – 8 – 15
Manejo y control de ruido	MSC – 8 – 03		
PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO		**PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**	
Abastecimiento de agua	MSC – 8 – 04	Seguridad industrial	MSC – 8 – 16
Manejo ambiental de aguas lluvias y de escorrentía	MSC – 8 – 05	Manejo del parque automotor y otros equipos	MSC – 8 – 18
Manejo de cuerpos de agua	MSC – 8 – 06		
Manejo ambiental de aguas residuales domésticas	MSC – 8 – 07	**PROGRAMA DE DESMANTELAMIENTO Y CIERRE DE LA EXPLOTACION**	MSC – 8 – 19
Manejo ambiental de aguas residuales industriales	MSC – 8 – 08		
PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS		**PROGRAMA DE GESTION SOCIAL**	
Revegetación y control de erosión	MSC – 8 – 10	Comunicación y participación comunitaria	MSC – 8 – 20
Manejo ambiental de estériles	MSC – 8 – 11	Educación ambiental	MSC – 8 – 21
manejo de hundimientos	MSC – 8 – 12	Fortalecimiento institucional	MSC – 8 – 22
Manejo de residuos sólidos	MSC – 8 – 13	Contratación de mano de obra	MSC – 8 – 23
		Rescate arqueológico	MSC – 8 – 24

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO Y CONTROL DE GASES**	**MSC – 8 -01**
OBJETIVO	Evaluar, prevenir y controlar las emisiones de gases generados en las actividades de construcción y operación de la explotación subterránea de carbón.	
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	En las actividades constructivas la operación de maquinaria y movilización de vehículos ocasiona emisiones transitorias de gases contaminantes. En las excavaciones subterráneas se produce liberación de gases provenientes de la descompresión de las rocas. También se producen gases en las voladuras para fragmentación la roca para facilitar la extracción del carbón. En la etapa operativa de la explotación, la maquinaria para extracción y beneficio del carbón, los vehículos para transporte y almacenamiento del carbón y de los estériles, generan gases contaminantes.	

Sigue página 94

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS		FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO Y CONTROL DE GASES**		**MSC – 8 -01**
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Gases nocivos confinados en las rocas, los cuales son liberados en las excavaciones y también son producidos en las voladuras para extracción del carbón: Oxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbón (CO), bióxido de carbón (CO_2) sulfatos (SOx), ácido sulfhídrico (H_2S), metano (CH_4). Generación de gases por los vehículos y equipos utilizados en las construcciones y adecuaciones y en los procesos de extracción, beneficio y almacenamiento	
	AFECTACION	En la salud y molestias en el personal de la mina y las comunidades del área de influencia. Afectación de la vegetación e infraestructura.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION □ COMPENSACION □		
ACCIONES A DESARROLLAR	• Realizar monitoreo permanente de concentraciones de gases en los socavones, con sistemas de alarma para evitar sobrepasar los límites permisibles de concentración de gases nocivos. • Establecer estaciones de monitoreo de aire en el área de influencia de las explotaciones. • Realizar mantenimiento periódico de maquinaria y vehículos, para el control de emisión de gases.		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Construcción de sistemas de ventilación de socavones. • Equipos de monitoreo permanente de concentración de gases nocivos en socavones. • Estaciones de monitoreo de gases. • Mantenimiento periódico de maquinarias, equipos y vehículos utilizados en la explotación.		
LUGAR DE APLICACIÓN	Socavones de las minas, patios de acopio y zonas de beneficio y corredores de transporte de carbón.		
PERIODO DE EJECUCIÓN	En las etapas constructiva, operativa y de desmantelamiento		
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en monitoreo de gases		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Monitoreo permanente de gases en socavones. Operación de estaciones de monitoreo en el área de la explotación. Control del mantenimiento de maquinaria y vehículos, con exigencia de certificados de gases para automotores.		

Figura 8.1 Equipos de medición de gases
Fuente: Reglamento de seguridad en las labores subterráneas, Carbocol, 1987

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS		FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO**		**MSC – 8 -02**
OBJETIVO	Evaluar, prevenir, y mitigar las emisiones de material particulado, generado en las actividades de construcción y operación de la explotación subterránea de carbón		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	El material particulado se genera en las etapas constructivas de la explotación por el movimiento de tierras; durante la extracción del carbón, en su manipulación en el proceso de beneficio; en su almacenamiento, por efectos del viento y, en el transporte tanto interno, como hacia los sitios de comercialización. El material particulado oscila entre 1 y 1000 micras, comúnmente se denomina polvo, variando su composición química de acuerdo a las características del material del que proviene. La medida se debe orientar a la prevención, mitigación y control de las fuentes de emisión descritas		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Polvo generado en los procesos constructivos y de operación del proyecto. Siendo importante el generado de manera permanente en el almacenamiento, beneficio y transporte del carbón	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION □ COMPENSACION □		

Sigue página 96

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO**	**MSC – 8 -02**
ACCIONES A DESARROLLAR	• Planeación de la ubicación de instalaciones de servicio, patios de acopio y zonas de disposición de estériles, utilizando como uno de los criterios básicos la dirección de los vientos. • Realización de medidas de prevención y control de emisión de partículas como: barreras rompevientos, humectación y cubrimiento de pilas de carbón y de vías de acceso destapadas, control de velocidad vehicular. • Adopción de medidas de prevención, mitigación y control de emisiones de partículas, según se indica en la tabla. 8.1. para los sitios de almacenamiento de carbón y de disposición de estériles; para el proceso de beneficio de carbón y para el control de tránsito vehicular. • Educación y capacitación a todo el personal de la mina y a contratistas, sobre las medidas de prevención y control en la emisión de material particulado. Igualmente capacitación sobre las medidas de prevención para evitar inhalaciones de gases nocivos y polvo.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Diseño de instalaciones, considerando la ubicación de acuerdo a dirección del viento. • Dotación al personal expuesto de equipos de seguridad industrial. • Control de velocidad vehicular y transporte confinado del carbón • Talleres de educación y capacitación	
LUGAR DE APLICACIÓN	Socavones, patios de acopio y beneficio de carbón, escombreras, vías de acceso internas y externas.	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En las etapas constructiva, operativa y de desmantelamiento	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en prevención, control y monitoreo de emisiones de material particulado.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Estaciones de monitoreo equipadas para mediciones de material particulado. Verificación de medidas, acciones y tecnologías planteadas de control de emisiones. Seguimiento y control de velocidad de vehículos.	

Tabla 8.3 Medidas de prevención y control de emisiones

FUENTE	MEDIDA
Pilas de carbón	• Humectación de pilas • Cubrimiento de pilas. • Instalación de barreras rompevientos para patios de acopio • Aplicación de agentes químicos que forman costras superficiales
Puntos de transferencia y manipulación del mineral	• Instalación de barrera mecánica/física o presión negativa de cierre • Instalación de inyectores de agua con o sin espuma. • Instalación de captores de polvo (ciclones, filtros y precipitadotes).
Escombreras	• Instalación de barreras rompevientos. • Revegetación de cubrimiento • Empleo de estabilizadores
Vías	• Mantenimiento continuo de vías. Humectación de vías destapadas. • Regulación de la velocidad de circulación • Revegetación de áreas adyacentes desprotegidas.

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS		FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO Y CONTROL DE RUIDO**		**MSC – 8 -03**
OBJETIVO	Evaluar, controlar y reducir los niveles de ruido generados por la operación de equipos y vehículos utilizados en la explotación subterránea de carbón.		
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	En las etapas constructiva y operativa de las explotaciones subterráneas de carbón se generan ruidos por los equipos y vehículos utilizados en dichas actividades cuyos niveles deben ser evaluados y controlados. Las principales fuentes generadoras de ruido aluden a la operación de maquinas en la explanación para construcción de instalaciones; construcción y adecuación de vías de acceso; apertura de socavones, perforación y voladura; molienda y clasificación del carbón; transporte del carbón y de estériles.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	**TIPO**	ACUMULATIVO □ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Operación de equipos, maquinarias y vehículos	
	AFECTACION	Incremento de los niveles de ruido en el área de explotación, en los sectores aledaños y en los corredores de las vías de acceso.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION □ COMPENSACION □		
ACCIONES A DESARROLLAR	• Evaluación de los niveles de ruido que puede ocasionar el proyecto. • Mediciones periódicas de control. • Utilización de elementos acústicos apropiados para evitar o disminuir la propagación del ruido como materiales absorbentes, materiales de barrera y materiales de amortiguación de ruido. • Consideración de barreras y medios naturales que afectan la propagación del ruido como plantaciones, barrancos diques y valles. • Establecer medidas de control de ruido en el tráfico vehicular para evitar ruidos producidos por pitos, bocinas, motores desajustados, frenos, entre otros.		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	Identificación de puntos críticos de altos niveles de ruido Utilización de equipos acústicos apropiados: **Absorbentes:** Lana de vidrio y espumas de poliuretano. **Barreras:** arborización, diques muros. **Amortiguación:** sustancias viscosas o elásticas. Dotación al personal de la mina con equipos de control de ruido Educación y capacitación en control de ruidos para vehículos, maquinarias y equipos.		
LUGAR DE APLICACIÓN	Zona de explotación, beneficio y almacenamiento de carbón. Corredores de transporte.		
PERIODO DE EJECUCIÓN	Etapas constructiva, operativa y de desmantelamiento del proyecto		
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en prevención, control y monitoreo de emisiones		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Estaciones de monitoreo equipadas para mediciones de material particulado. Verificación de medidas, acciones y tecnologías planteadas de control de emisiones. Seguimiento y control de velocidad de vehículos.		

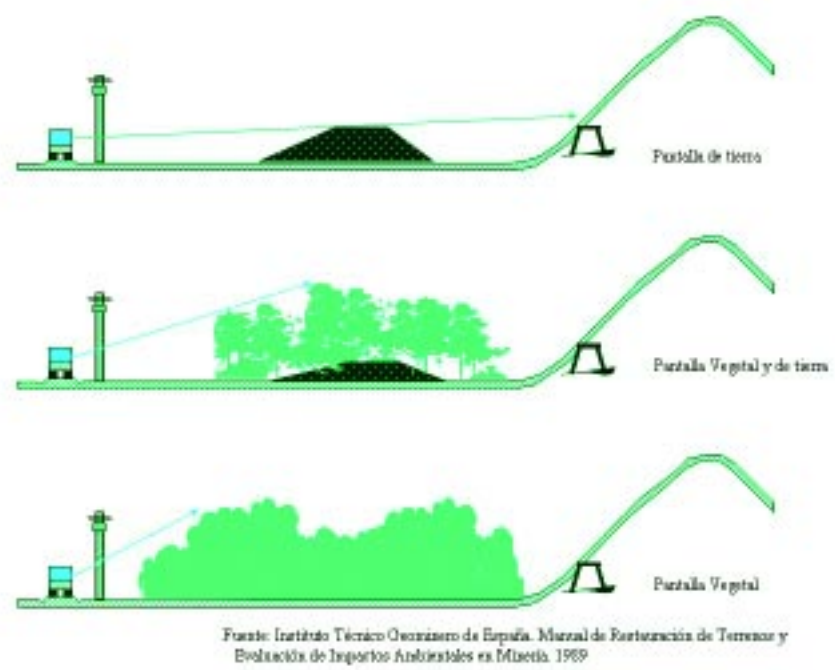

Figura 8.2 Sistema para prevención de ruido, pantallas visuales
Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España, 1989

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO		FICHA
SUBPROGRAMA	**ABASTECIMIENTO DE AGUA**		**MSC – 8 – 04**
OBJETIVO	Dotar el proyecto de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y necesidades industriales en las cantidades y calidad requeridas de acuerdo a la utilización que se pretende.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Necesidad de obtención de agua para consumo humano teniendo en cuenta estimativos del personal permanente y transitorio que ocupará el proyecto en sus diferentes fases. También se deben satisfacer las necesidades de agua industriales que permitan atender las diferentes actividades, como lavado de equipos, aseo de instalaciones, riego de zonas verdes, zonas de siembra de árboles y vías de acceso, humectación y lavado de carbón entre otras. Necesidad de obtención de agua para consumo humano teniendo en cuenta estimativos del personal permanente y transitorio que ocupará el proyecto en sus diferentes fases. También se deben satisfacer las necesidades de agua industriales que permitan atender las diferentes actividades, como lavado de equipos, aseo de instalaciones, riego de zonas verdes, zonas de siembra de árboles y vías de acceso, humectación y lavado de carbón entre otras		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Deficiencia de agua para atender las necesidades de agua para consumo humano e industrial de la explotación	

Sigue página 99

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO		FICHA
SUBPROGRAMA	**ABASTECIMIENTO DE AGUA**		**MSC – 8 – 04**
IMPACTOS AMBIENTALES	**AFECTACION**	Salud de las personas por deficiencias en la calidad del agua para consumo humano. Deficiencias en la implementación de medidas de manejo que requieren del agua para su implementación, como control de emisiones de material particulado, revegetación, entre otras. Dificultades en el desarrollo de actividades de almacenamiento y beneficio de carbón con sus implicaciones en la producción.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION □ COMPENSACION □		
ACCIONES A DESARROLLAR	• Determinar las necesidades de agua potable para consumo y las cantidades y calidad del agua para consumo humano e industrial. • Establecer las fuentes de abastecimiento de agua, realizando el inventario de los consumos actuales y proyectados. Los caudales o volúmenes característicos. • Considerar como una opción importante de abastecimiento, las aguas de mina, con base en los análisis previos de calidad y la viabilidad de su tratamiento, para los usos requeridos. • Realización de análisis físico químicos y bacteriológicos de las fuentes de agua seleccionadas, para las aguas destinadas a consumo humano y físico químicos, para las aguas destinadas a consumo industrial. • Elaboración de los diseños de captación, conducción, tratamiento de acuerdo a destinación, almacenamiento y distribución del agua. • Solicitud de concesión de aguas a la autoridad ambiental competente.		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	El diseño de cada uno de los sistemas de abastecimiento de agua se realizará con base en los siguientes criterios: **Período de diseño.** Vida útil de estructuras equipos y posibles ampliaciones y readecuaciones. **Volúmenes de diseño.** Estableciendo las necesidades de consumo de agua, actuales y proyectadas. **Flujo de diseño.** Caudales mínimos requeridos para suplir las necesidades de la explotación minera. **Calidad del agua requerida**. Establecida para cada sistema de abastecimiento (consumo humano e industrial). **Manual de operación del sistema.** Contiene las rutinas de manejo, supervisión y mantenimiento de fuentes de abastecimiento, conducción, tratamiento y distribución. **Programa de control de calidad del agua.** Basado en muestreos que incluyan: Sitios, parámetros, métodos de muestreo y de análisis y periodicidad de los muestreos.		
LUGAR DE APLICACIÓN	Fuentes de abastecimiento de agua y área de la explotación		
PERIODO DE EJECUCIÓN	En las etapas de construcción y operación		
PERSONAL REQUERIDO	Especialistas en diseño, manejo, control y monitoreo de aguas.		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Realización del seguimiento y control del recurso con base en el manual de operación del sistema o los sistemas de abastecimiento. En la realización de los monitoreos de calidad de agua se deben contemplar: Sitios, parámetros, métodos de muestreo y de análisis y periodicidad de los muestreos. Verificación del cumplimiento de las acciones y tecnologías planteadas de abastecimiento de agua		

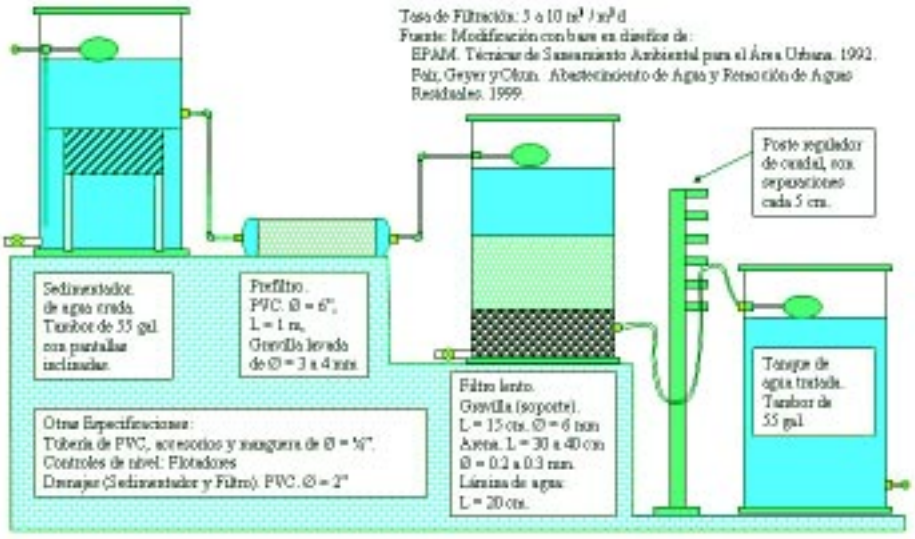

Figura 8.3 Sistema para tratamiento de aguas de abastecimiento
Fuente: EPAM, 1992

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO		FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE AGUAS LLUVIAS Y DE ESCORRENTIA**		**MSC – 8 – 05**
OBJETIVO	Prevenir la contaminación de las aguas lluvias, construyendo las obras y adecuaciones necesarias para evitar su contacto con aguas residuales y áreas con presencia de residuos.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	La construcción y operación de instalaciones y vías de acceso, permite que las aguas lluvias se contaminen con sedimentos y residuos de la explotación minera. Igual sucede con las aguas de escorrentía, que además sufren alteración de su drenaje natural por la construcción y adecuación de las vías y la construcción de las instalaciones mineras. En estas condiciones se debe realizar el manejo y control de las aguas lluvias y de escorrentía, previniendo su contaminación, controlando la producción de sedimentos, la velocidad de flujo y la entrega de las aguas a otros cuerpos de agua.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Construcción y adecuación de vías e instalaciones mineras, actividades estas	
	AFECTACION	Contaminación de cuerpos de agua y alteración de drenajes naturales.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION ■ COMPENSACION □		
ACCIONES A DESARROLLAR	• Ubicación y diseño de las instalaciones, de manera que se evite la alteración de drenajes naturales. En caso de ser indispensable su alteración, construir los desvíos y obras de control minimizando su impacto. • Construir en las vías, las obras de drenaje indispensables para conducir adecuadamente los flujos de agua, controlar su velocidad y las cargas de sedimentos.		

Sigue página 101

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE AGUAS LLUVIAS Y DE ESCORRENTIA**	**MSC – 8 – 05**
ACCIONES A DESARROLLAR	• En las zonas de instalaciones mineras, las aguas lluvias deben tener un sistema de manejo independiente, para evitar su contaminación. • Las aguas lluvias y de escorrentía, no contaminadas, deben disponerse en drenajes naturales. • En zonas en que el agua fluye hacia las instalaciones mineras, se deben construir canales perimetrales. • Minimizar la remoción de la cobertura vegetal que controla la velocidad del agua de escorrentía y la producción de sedimentos. • Revegetación de zonas expuestas a la erosión y establecimiento de vegetación protectora en las orillas de los drenajes y nacimientos de agua.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Construcción de sistemas de drenaje independientes para aguas de escorrentía no contaminadas. • Diseño y construcción de obras de manejo y control de aguas lluvias y de escorrentía, con trampas de control de velocidad de flujo y de retención de sedimentos.	
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas de instalaciones y vías de acceso	
PERIODO DE EJECUCIÓN	Construcción, operación y desmantelamiento de la explotación	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en construcción de obras de drenaje.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación del cumplimiento de las medidas y acciones de manejo propuestas. Observaciones periódicas de las obras de drenaje y demás acciones, para el control de su funcionamiento eficiente.	

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE CUERPOS DE AGUA**	**MSC – 8 – 06**
OBJETIVO	Realizar el manejo integral de los cuerpos de agua afectables por la actividad minera, evitando, controlando y mitigando los factores de degradación en cantidad y calidad del recurso. Igualmente realizar adecuadamente el manejo y control de las aguas de escorrentía interceptadas, o guiadas en la construcción de instalaciones y accesos a la explotación.	
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Existen diversas formas de intervención y afectación de la calidad y cantidad de los cuerpos de agua del área de influencia del proyecto. La construcción de instalaciones, la adecuación y construcción de vías de acceso, interfieren la escorrentía superficial y los drenajes naturales, requiriéndose la construcción de sistemas de conducción y evacuación de los mismos. Cuerpos de agua como aljibes, nacimientos, caños y quebradas son intervenidos en la explotación, para lo cual se requiere de medidas de protección y recuperación. Los cuerpos de agua son afectados en su calidad por su contaminación, con aguas de mina, disposición de escombros y estériles, aguas residuales industriales y domésticas, lo cual implica la adopción de sistemas de tratamiento específico para cada tipo de contaminación.	

Sigue página 102

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO		FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE CUERPOS DE AGUA**		**MSC – 8 – 06**
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Actividades diversas de construcción y operación de la explotación minera	
	AFECTACION	Cuerpos de agua y recursos hidrobiológicos	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION ■ COMPENSACION □		
ACCIONES A DESARROLLAR	• La protección de cuerpos de agua debe preverse desde la planeación de la explotación, contemplando la zonificación ambiental que considere dicho aspecto y actividades de recuperación y repoblación forestal con especies nativas en riberas de los cauces y zonas de nacimiento de agua. • La construcción de sistemas de conducción y evacuación de aguas de carácter transitorio, se deberán realizar con cálculos de período de retorno de 10 años. • El paso permanente de aguas superficiales, requiere construcciones hidráulicas como puentes, alcantarillas, bateas, box colbert, con diseños basados en períodos de retorno de 50 años. • Los diseños de los sistemas de drenaje deben considerar la permeabilidad natural del terreno, la tendencia general del drenaje natural, la topografía, la estabilidad geotécnica de los suelos, la intensidad, frecuencia y duración de las lluvias, las áreas de afluencia, los tiempos de concentración del agua y los procesos erosivos locales. • Deben existir canales perimetrales alrededor de todas las locaciones. • Cada uno de los tipos de aguas residuales deben estar provistos de sistema de tratamiento y de su sistema de seguimiento y monitoreo. • Debe prevenirse la contaminación de los cuerpos de agua, evitando la disposición en sus proximidades de estériles, escombros, así como el lavado y mantenimiento de vehículos en los cauces.		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Elaboración de diseños hidráulicos para la construcción de obras de conducción, evacuación y cruce de drenajes superficiales. • Diseño, construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, industriales y de mina.		
LUGAR DE APLICACIÓN	Area de explotación y vías de acceso		
PERIODO DE EJECUCIÓN	Etapas de planeación, construcción, operación y desmantelamiento.		
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en planeación y manejo ambiental y en construcción de obras de drenaje.		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación de las medidas y acciones de manejo ambiental establecidas, en relación con la protección de cuerpos de agua y el control al vertimiento de aguas residuales y manejo de residuos		

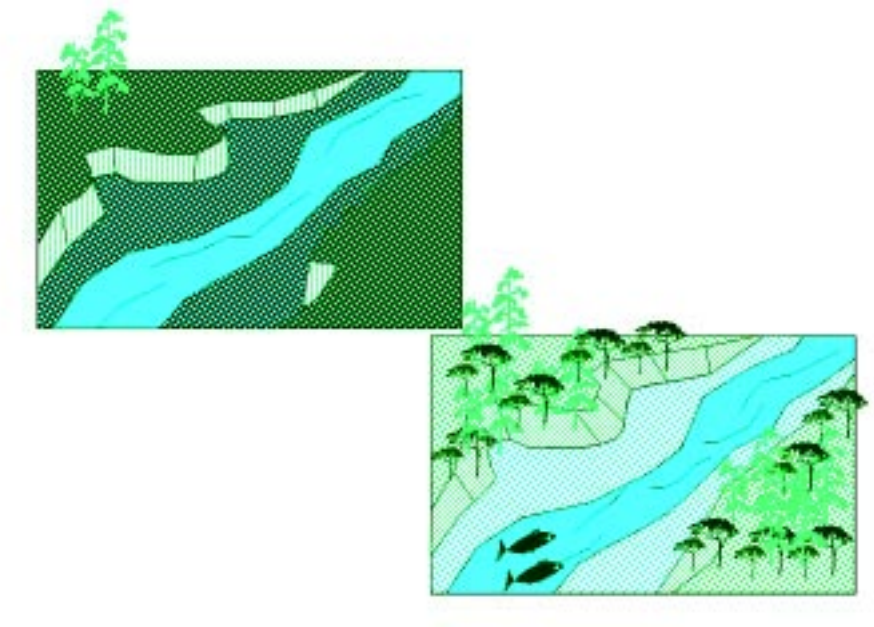

Figura 8.4 Sistema para tratamiento de cuerpos de aguas afectados por actividad minera

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO		FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**		**MSC – 8 – 07**
OBJETIVO	Proveer a la explotación minera de un sistema de manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas, acorde con los volúmenes generados. Evitar la contaminación de cuerpos de agua o los suelos receptores de las aguas residuales, así como proteger la salud humana de las afecciones que puedan ocasionar dichas aguas.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Las aguas residuales domésticas corresponden a los residuos líquidos producidos por la actividad humana en las zonas de explotación, luego de que el agua de abastecimiento ha sido utilizada por el personal permanente o transitorio de la mina en campamentos, oficinas, garitas de vigilancia, plantas de tratamiento, polvorín, talleres y todas aquellas zonas de ocupación humana. El manejo de las aguas residuales domésticas debe incluir sistemas de tratamiento y disposición eficientes, no contaminantes para los cuerpos receptores de sus descargas.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Generación de residuos líquidos por la actividad humana en la explotación. Estas aguas residuales poseen contenidos de sólidos, materia orgánica, coliformes fecales, agentes patógenos, bajo contenido de oxígeno, alta demanda química y bioquímica de oxígeno.	
	AFECTACION	Contaminación de cuerpos receptores (agua y suelo). Afectación o extinción de recursos hidrobiológicos. Propagación de enfermedades infecto-contagiosas.	

Sigue página 104

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**	**MSC – 8 – 07**
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION ■ COMPENSACION □	
ACCIONES A DESARROLLAR	• Obtención de información básica para definir el sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas: Estimación de los volúmenes de aguas residuales. Cargas típicas de contaminantes. Plano general de las instalaciones del proyecto • Selección del sistema de tratamiento, diseño del sistema colector y determinación de los lugares de emplazamiento de las instalaciones de tratamiento, las formas y lugares de disposición.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Solicitud de permiso de vertimiento • Elaboración del manual de operación del sistema de tratamiento que contenga: Rutinas de tratamiento, supervisión y mantenimiento del sistema, colectores, tratamiento y disposición. • Construcción y operación del sistema. • La selección del sistema de tratamiento debe realizarse en función de los estándares de calidad del proyecto y el cumplimiento de las normas vigentes. • En la selección del sistema de tratamiento debe considerarse el grado de eliminación que ofrece cada tipo de tratamiento, respecto a las exigencias de calidad del agua residual para que pueda ser reutilizada o vertida. Existen tres tipos de tratamiento: **Primario.** Asociado a operaciones físicas unitarias: El desbaste, mezclado, floculación, sedimentación, flotación y filtración. **Secundario.** Se asocia con procesos químicos unitarios y procesos biológicos unitarios. En los químicos se elimina o transforma el contaminante por la adición de químicos o por otras reacciones químicas. Los más utilizados son la precipitación, la transferencia de gases, la absorción y la desinfección. En los procesos biológicos, la eliminación de los contaminantes se realiza por actividad biológica. Se usan principalmente para eliminar sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua residual. **Terciario.** Combina los tratamientos primario y secundario, existiendo la posibilidad de realizar múltiples combinaciones de tratamiento en función de los requerimientos.	
LUGAR DE APLICACIÓN	La localización del sistema o los sistemas de tratamiento se debe realizar en concordancia con la ubicación de instalaciones de la explotación, de acuerdo a las exigencias del sistema de tratamiento, las condiciones topográficas y evitando su proximidad y contaminación con aguas superficiales y subterráneas.	
PERIODO DE EJECUCIÓN	Etapas de construcción, operación y desmantelamiento de la explotación.	
PERSONAL REQUERIDO	Especialistas en diseño, manejo, control y monitoreo de aguas residuales.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Realización del seguimiento y control con base en el manual de operación del sistema de tratamiento. Realización de los monitoreos de calidad de agua considerando: Sitios, parámetros, métodos de muestreo y de análisis y periodicidad de los muestreos	

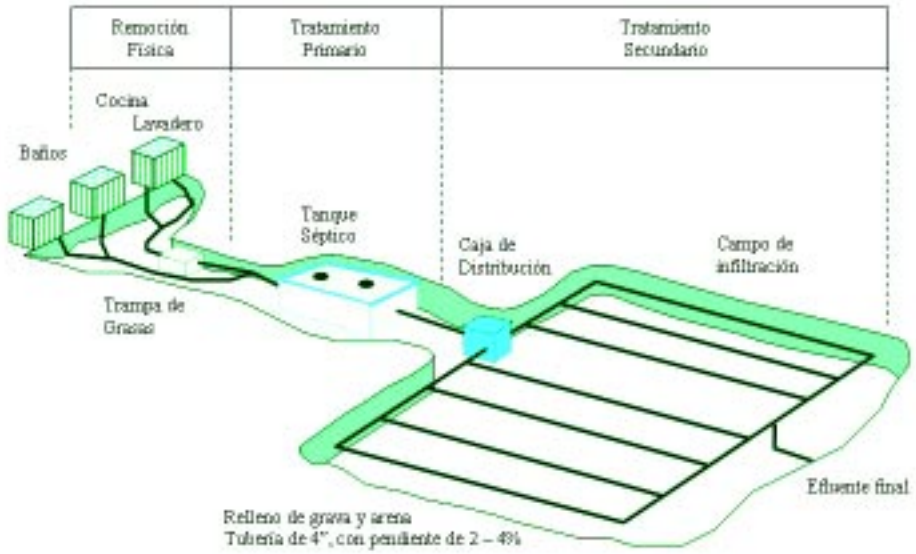

Figura 8.5 Sistema para tratamiento de aguas residuales domésticas
Fuente: Manual "DISA" Nº. 4. Ministerio de Salud Pública. Bogotá. 1973

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**	**MSC – 8 – 08**
OBJETIVO	Evitar y controlar la contaminación de aguas superficiales, subterráneas y de los suelos mediante un adecuado manejo de las aguas residuales industriales y de los procesos, actividades y elementos contaminantes	
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Las aguas residuales industriales provienen de los talleres de mantenimiento, estaciones de lavado de equipos y vehículos, zonas de depósito de combustibles y del polvorín. En general son aguas de origen pluvial y de lavado, que entran en contacto con compuestos grasos y aceitosos. Las aguas residuales industriales de acuerdo a su procedencia presentan elementos solubles como materias grasas, flotantes, como hidrocarburos alifáticos, alquitranes y otros, que son susceptibles de separar con floculación o sin ella. Los contaminantes objeto de manejo y tratamiento, son derivados del petróleo y el alquitrán y contienen principalmente carbono e hidrógeno. Generalmente flotan sobre el agua residual y parte de ellos son llevados al lodo por los sólidos sedimentables.	
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □
	CAUSA	Residuos aceitosos y grasos que entran con aguas lluvias y de escorrentía. Lavado y mantenimiento de equipos y vehículos
	AFECTACION	Contaminación del suelo y de las aguas subterráneos y superficiales.

Sigue página 106

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**	**MSC – 8 – 08**
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION ■ COMPENSACION □	
ACCIONES A DESARROLLAR	• Optimización de procesos que implica: La reducción de desechos Racionalización de los consumos de agua en el lavado y mantenimiento de equipos y vehículos con el fin de reducir los volúmenes de aguas residuales. Recuperación de materiales utilizables Recirculación y reutilización de aguas de tratamiento. Desarrollo de métodos económicos de tratamiento. • Los sitios de almacenamiento de residuos líquidos especiales deben estar protegidos de la afluencia de aguas lluvias y ubicados en zonas no inundables. Deben además ser ventilados alejados de otras instalaciones, y subestaciones eléctricas, dotados de equipos contra incendio. El piso debe ser duro e impermeable. • Debe tenerse en cuenta que el vertimiento no afecte captaciones de consumo humano, riego y abrevaderos. • Solicitud de permiso de vertimiento • Elaboración del manual de operación del sistema de tratamiento que contenga: Rutinas de tratamiento, supervisión y mantenimiento del sistema, colectores, tratamiento y disposición. • Construcción y operación del sistema.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	El diseño de los sistemas de tratamiento debe realizarse de acuerdo con las características de los contaminantes y los caudales de los efluentes. Existen métodos consistentes en desarenadores, sedimentadores, desnatadores por enfriamiento, entre otros. Es importante que en el tratamiento se considere la recuperación de grasas e hidrocarburos, la recirculación de aguas residuales en su tratamiento y su reutilización Su tratamiento también puede consistir en el paso a través de un desaceitador (separador de grasas API u otro similar) o mediante un sistema de floculación - flotación.	
LUGAR DE APLICACIÓN	En las áreas de explotación	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En las etapas de construcción, operación y desmantelamiento.	
PERSONAL REQUERIDO	Especialistas en diseño, manejo, control y monitoreo de aguas residuales.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Realización del seguimiento y control con base en el manual de operación del sistema de tratamiento. Realización de los monitoreos de 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 y control implementadas.	

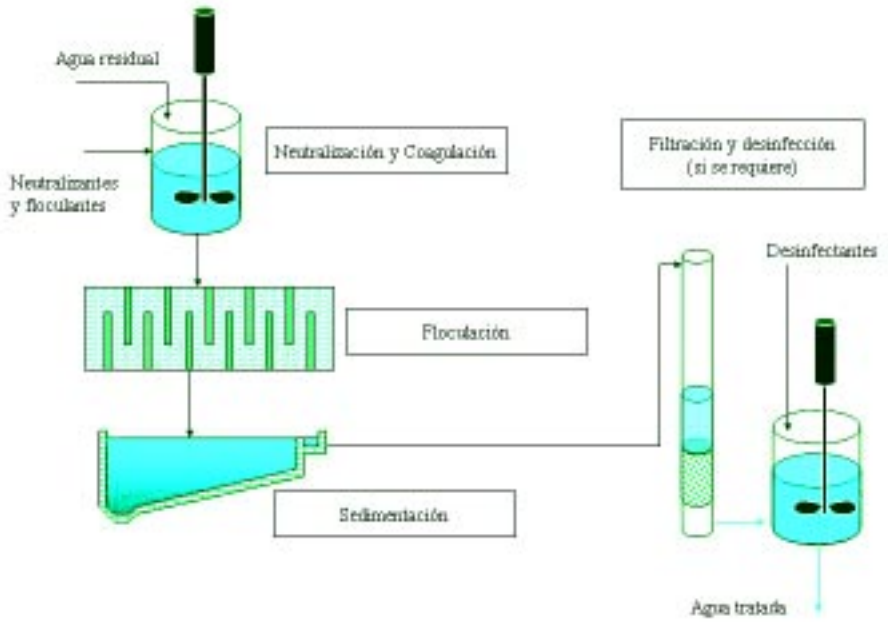

Figura 8.6 Sistema para tratamiento de aguas residuales industriales

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DE MINA**	**MSC – 8 – 09**
OBJETIVO	Controlar y mitigar la contaminación producida por las aguas subterráneas y superficiales que han estado en contacto con los yacimientos de carbón, patios de acopio y escombreras.	
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Las aguas de mina se producen con la afluencia de aguas subterráneas que entran en contacto con los mantos de carbón y que resultan con el avance de los frentes de extracción del mineral. Esencialmente las aguas residuales de mina son ácidas o con alto potencial de solubilización. Los minerales que entran en contacto con el agua como la pirita y otros minerales inestables de azufre, presentes en los estériles de los yacimientos, generan un proceso acelerado de oxidación que produce la acidificación de las aguas. Las aguas de mina contienen también sólidos en suspensión, provenientes de las aguas lluvias que caen sobre las escombreras, pilas de carbón y vías internas. También pueden contener componentes orgánicos como grasas, aceites y solventes provenientes de máquinas, equipos y vehículos utilizados en la minería y componentes químicos disueltos, como ácidos minerales, sales y metales que pueden presentar algún grado de toxicidad, no siendo degradables naturalmente y que contribuyen a la contaminación de dichas aguas.	

Sigue página 108

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO		FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DE MINA**		**MSC – 8 – 09**
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Aguas producidas en el proceso de extracción del carbón. Aguas lluvias y de escorrentía, contaminadas en las pilas del mineral, escombreras, vías internas y zonas de mantenimiento de equipo que entran en contacto con los mantos. También se producen en los procesos de humectación y lavado del carbón	
	AFECTACION	Contaminación de cuerpos de agua, con alteración o extinción de recursos hidrobiológicos y de la cobertura vegetal en áreas expuestas a su contacto . Disminución del potencial de utilización del agua para consumo humano y otros usos, por las concentraciones de metales pesados como hierro manganeso y zinc. Disminución de la disponibilidad del agua por descenso de los niveles freáticos debido a infiltraciones profundas al discurrir las aguas, en fisuras de los estratos intervenidos en la minería.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION ■ COMPENSACION □		
ACCIONES A DESARROLLAR	• Realizar una caracterización de los componentes minerales del carbón y de los estériles para prever la producción de aguas ácidas en el proceso de explotación. • Prever y en lo posible controlar el acceso de aguas en las bocaminas, bocavientos, grietas de hundimientos, con el propósito de disminuir los volúmenes de aguas de mina. • Poseer un sistema de conducción y tratamiento de aguas de mina que incorpore las aguas de escorrentía de escombros, estériles, patios de acopio y de beneficio del carbón y las aguas provenientes del interior de la mina. las aguas de mina. • Debe tenerse en cuenta que el vertimiento no afecte captaciones de consumo humano, riego y abrevaderos. • Solicitud de permiso de vertimiento • Elaboración del manual de operación del sistema de tratamiento que contenga: Rutinas de tratamiento, supervisión y mantenimiento del sistema, colectores, tratamiento y disposición. • Construcción y operación del sistema.		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Para el tratamiento de las aguas ácidas de minería, es necesario aplicar una técnica de neutralización. 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. • 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.		

Sigue página 109

PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HIDRICO	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DE MINA**	**MSC – 8 – 09**
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• 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, cuya condición esencial es la baja velocidad de flujo que permita la 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 • Para evitar la entrada en contacto del agua en contacto con materiales reactivos que favorecen la formación de drenajes ácidos, se deben cubrir y aislar dichos materiales, por medio de cobertura o sellos de baja permeabilidad como suelos de textura fina (arcillas o limos) y materiales sintéticos de polietileno o neopreno.	
LUGAR DE APLICACIÓN	Dentro del área de explotación, en proximidades a la bocamina y en sitios que eviten interferencias con la operación minera.	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En la etapa de operación y desmantelamiento del proyecto	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en manejo y control de aguas residuales.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación del cumplimiento de las acciones y tecnologías de manejo implementadas. Realización del seguimiento y control con base en el manual de operación del sistema de tratamiento. Realización de los monitoreos de calidad de agua considerando: Sitios, parámetros, métodos de muestreo y de análisis y periodicidad de los muestreos.	

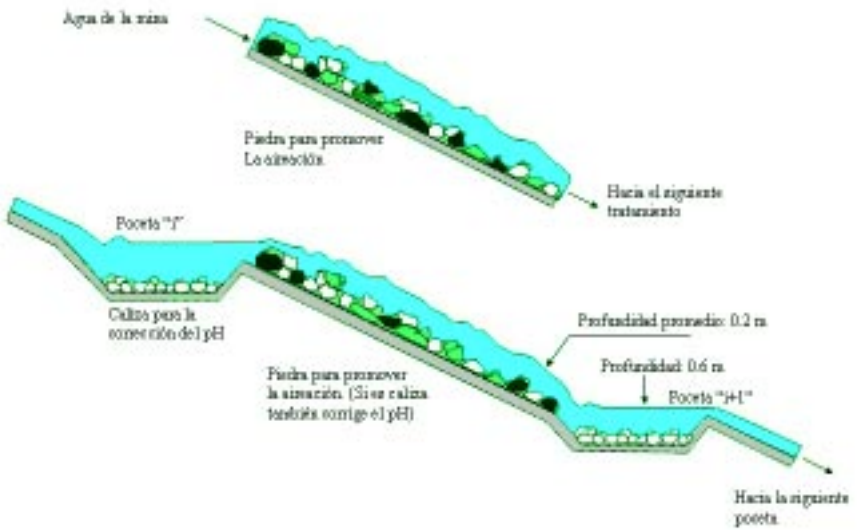

Figura 8.7 Sistema de aireación y corrección de pH para aguas residuales de mina
Fuente: Ecocarbón, 1995

PROGRAMA	MANEJO DE SUELOS		FICHA
SUBPROGRAMA	REVEGETACION Y CONTROL DE EROSION		MSC – 8 – 10
OBJETIVO	Recuperación de los suelos intervenidos por las actividades de construcción y operación de la explotación minera. Prevenir y controlar los procesos erosivos y el transporte de sedimentos a los cuerpos de agua.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	En la etapa constructiva existen remociones de consideración para la adecuación y construcción de vías de acceso y la adecuación de terrenos para las instalaciones de la explotación e igualmente se establecen escombreras para la disposición de estériles provenientes de la mina. Las remociones realizadas y las escombreras presentan distintos tipos de taludes que pueden inducir movimientos en masa como desprendimientos, deslizamientos y solifluxión, o erosión superficial que ocasiona la pérdida de suelos, producción y transporte de sedimentos hacia los cuerpos de agua. Las medidas esenciales consisten en la revegetación de las zonas desprovistas de cobertura vegetal y la construcción de obras mecánicas de control de erosión.		
IMPACTOS AMBIENTALES	TIPO	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE ■	
	CAUSA	Remoción de la cobertura vegetal en las etapas constructiva y operativa. Disposición de escombros de la explotación. Construcción y adecuación de vías. Disposición de residuos en el suelo. Remoción de la cobertura vegetal.	
	AFECTACION	Inhabilitación de suelos para uso agropecuario y forestal. Incremento de formas y procesos erosivos. Contaminación de suelos	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■	MITIGACION ■	
	CORRECCION ■	COMPENSACION □	
ACCIONES A DESARROLLAR	• Almacenamiento y conservación de la capa orgánica del suelo removido en la etapa constructiva para su utilización en la revegetación. Las recomendaciones de su manejo son: • Para su acertada utilización se deben conocer sus características físicas: color, textura, estructura, consistencia, densidad. A nivel químico: Humus, pH, capacidad de intercambio catiónico, relación de carbono nitrógeno, saturación de bases, conductividad eléctrica y nutrientes. • Definición previa de los sitios de apilamiento, preferiblemente en áreas periféricas a la explotación en los que no se prevea otras actividades de la explotación. • Remover el suelo y evitar su contaminación, trasladándolo al sitios de almacenamiento, conformando pilas de acuerdo al espacio disponible y evitando su excesiva acumulación para no inhibir el intercambio gaseoso y la posibilidad de mantener la microfauna y el consecuente enriquecimiento orgánico • 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. • El control de erosión se obtiene mediante el establecimiento de tratamiento biológico (revegetación) y obras mecánicas, en las que se debe considerar: Conformación de taludes de reposo que deben tener pendientes máximas de 45 °		

Sigue página 111

PROGRAMA	MANEJO DE SUELOS	FICHA
SUBPROGRAMA	**REVEGETACION Y CONTROL DE EROSION**	**MSC – 8 – 10**
ACCIONES A DESARROLLAR	Construcción de obras mecánicas de contención y estabilización como: trinchos, gaviones, terracetas, zanjas de corona, 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 para evitar la presencia de procesos erosivos. 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 La geometría de las escombreras y las estructuras, según se describe en la ficha MSC – 8 – 11, junto con la revegetación son actividades indispensables para su estabilización.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	Prácticas y técnicas de conservación y recuperación de suelos y de control de erosión	
LUGAR DE APLICACIÓN	Terrenos intervenidos por la construcción de instalaciones, adecuación y construcción de vías de acceso	
PERIODO DE EJECUCIÓN	Durante las etapas constructiva, operativa y desmantelamiento y abandono	
PERSONAL REQUERIDO	Profesionales y/o tecnólogos especialistas en suelos.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Observaciones de campo sobre la efectividad de las prácticas de revegetación y control de erosión. Verificación de las acciones de manejo de suelos realizadas	

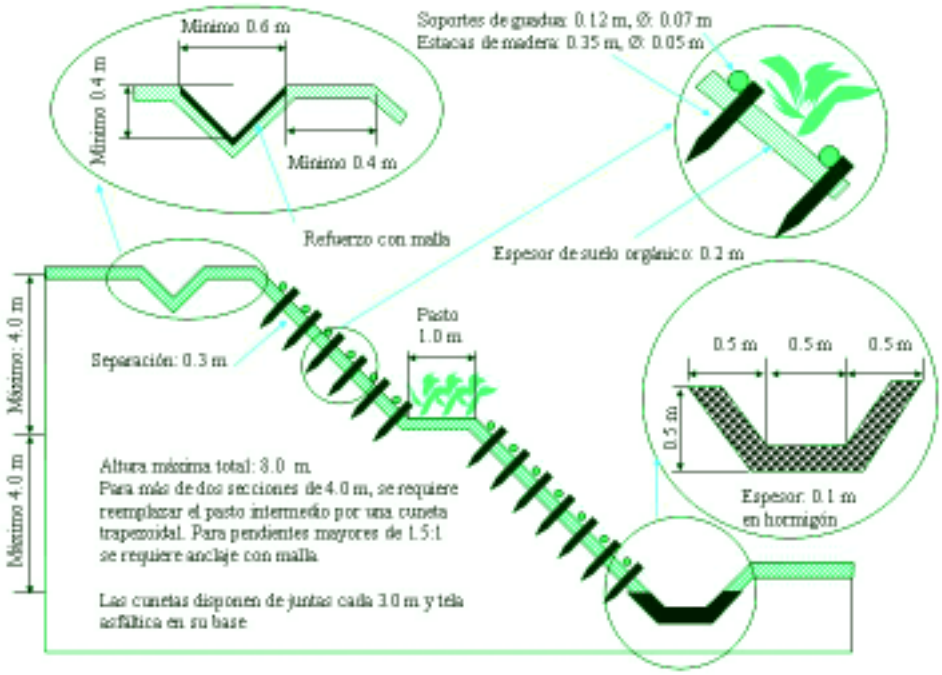

Figura 8.8 Sistema de control de erosión

Fuente: Instituto Técnico Geominero de España. Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería. 1989

PROGRAMA	MANEJO DE SUELOS		FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE ESTERILES**		**MSC – 8 – 11**
OBJETIVO	Adoptar las medidas de disposición adecuada de estériles de acuerdo con criterios ambientales y económicos de manera que se eviten y mitiguen los impactos en los recursos naturales.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Los estériles son generados en la etapa constructiva de la explotación minera por las excavaciones para infraestructura, adecuación y construcción de vías y en la etapa operativa por el material que se genera en los socavones a medida que se avanza en los frentes de explotación subterránea. Todos estos materiales deben disponerse de manera que se protejan de la dispersión y arrastre. Deben evaluarse las implicaciones que tiene dicha disposición en los cuerpos de agua, en la pérdida del suelo, en las alteraciones geomorfológicas, en los ecosistemas terrestres y acuáticos y en su armonización con el entorno.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ REVERSIBLE ■	
	CAUSA	Alteración de las características físico químicas y biológicas de los cuerpos de agua por la incorporación de sedimentos disueltos, en suspensión y arrastre, y la incorporación también, de sustancias tóxicas y drenajes ácidos.	
	AFECTACION	Alteración o extinción de ecosistemas terrestres y acuáticos. Contaminación y degradación de suelos e inhabilitación o limitación de su uso. Deterioro del paisaje.	

Sigue página 113

PROGRAMA	MANEJO DE SUELOS	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE ESTERILES**	**MSC – 8 – 11**
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION ■ COMPENSACION □	
ACCIONES A DESARROLLAR	• Considerar en la etapa de planeación minero ambiental, la localización de escombreras, de acuerdo a los parámetros de zonificación de manejo ambiental y la identificación de las características favorables del terreno. • Su ubicación lejos de núcleos poblacionales; los cambios de uso de la tierra que ocasiona; la afectación de cuerpos de agua. • El tamaño y la forma de las escombreras está determinado por el volumen del estéril que se removerá. • Garantizar la estabilidad de las escombreras con la geometría adecuada. • Se deben construir las obras de infraestructura necesarias para garantizar su estabilidad. • Las escombreras deben adaptarse lo mejor posibles a las formas naturales del terreno, pudiendo ser de hondonada, de ladera, de divisoria y de llanura o combinaciones de estas. Su forma depende además de de los equipos de transporte y vertido. • El dimensionamiento del tamaño debe proveer la capacidad suficiente para manejar la totalidad de los estériles en un período determinado. • Se debe establecer el adecuado manejo de las aguas de escorrentía y causar el menor impacto visual posible. Las escombreras deben contener con una red de drenaje perimetral de desvío y conducción de aguas de escorrentía. • Paralelo con la construcción y conformación se debe considerar el establecimiento de barreras vivas y la revegetación.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Existen varios tipos de conformación de escombreras: vertido libre, fases adosadas, dique de pie o de pata y fases superpuestas: • Vertido libre: Solo es aconsejable en escombreras de de pequeñas dimensiones y cuando no exista riego de arrastre de material, pendiente abajo. Se caracteriza por presentar en cada momento un talud que coincide con el ángulo de reposo de los estériles y tamaños de diversa gradación. Es usado frecuentemente, aunque es el más desfavorable geotécnicamente. • 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. • Fases superpuestas: Con este sistema se logran disminuir los taludes finales y se consigue una mayor compactación de los materiales, otorgándole a la escombrera una mayor estabilidad. • El procedimiento de vertido determina en gran medida el método de construcción o desarrollo de la escombrera. Comúnmente se reconocen dos métodos de vertido: Por tongadas y por basculamiento final.	

Sigue página 114

PROGRAMA	MANEJO DE SUELOS	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE ESTERILES**	**MSC – 8 – 11**
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• En explotaciones donde la topografía es suave, se aconseja el método del basculamiento final. El tráfico de camiones permite una mejor compactación de los materiales y una mayor estabilidad de la escombrera. No obstante los vertederos construidos por este método, son más susceptibles a la erosión por las aguas de escorrentía; a pesar de mantener taludes inferiores, las superficies son largas e ininterrumpidas, sin bermas o terrazas intermedias y los taludes no pueden protegerse con vegetación. • Se debe insertar desde tempranas fases de la explotación los conceptos de localización, diseño, construcción, manejo y adecuación de las escombreras, para prevenir y controlar los impactos propios de la actividad.	
LUGAR DE APLICACIÓN	Sitios seleccionados para escombreras	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En las etapas de operación y desmantelamiento del proyecto minero	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en manejo y conservación de suelos	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Realizar la verificación de las acciones y tecnologías implementadas para el manejo de las escombreras. Durante la conformación de las escombreras es necesario realizar su monitoreo. Se deben realizar además 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 redeformaciones a gran escala. Todas las roturas de escombreras, vienen precedidas de un abombamiento de pie.	

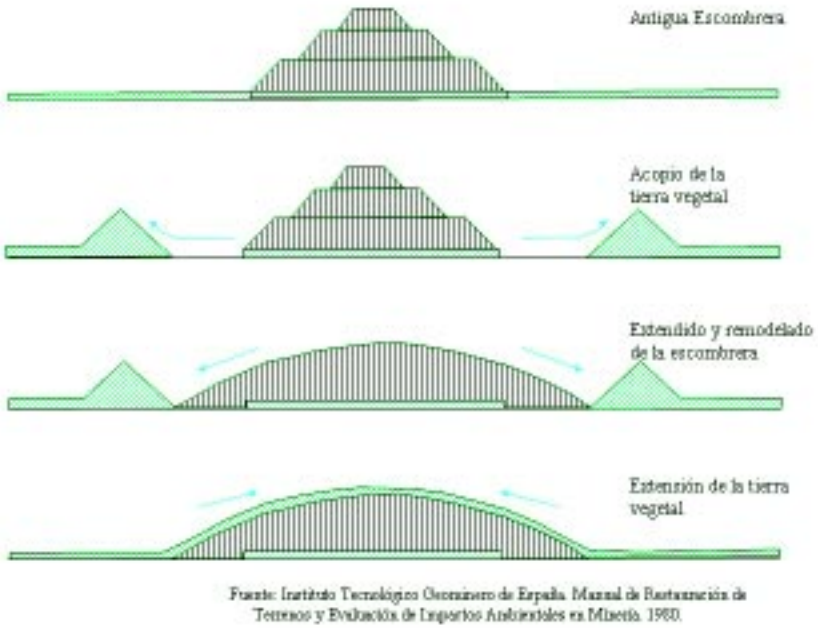

Figura 8.9 Sistema de manejo de estériles

Fuente: Instituto Técnico Geominero de España. Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería. 1989

PROGRAMA	MANEJO DE SUELOS		FICHA
SUBPROGRAMA	MANEJO DE HUNDIMIENTOS		MSC – 8 – 12
OBJETIVO	Prevenir y controlar los hundimientos de terreno ocasionados por la apertura de túneles y por el deficiente manejo de aguas superficiales y subterráneas.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	En la explotación subterránea del carbón, la apertura de socavones pude ocasionar debilitamiento y desestabilización de los estratos superiores del subsuelo que se manifiestan en superficie con agrietamientos y hundimientos del terreno. La topografía del terreno es un factor que favorece la subsidencia en terrenos de colinas, de pendientes inclinadas y en proximidades a los escarpes. Se requiere la adopción de medidas preventivas y remediales, para impedir que los hundimientos se constituyan en un grave problema para el proceso de explotación, que afecta además el uso de los suelos y la infraestructura de superficie.		
IMPACTOS AMBIENTALES	TIPO	ACUMULATIVO■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE ■	
	CAUSA	Desestabilización de los estratos del subsuelo ubicados sobre las áreas subterráneas de explotación. Adicionalmente las aguas lluvias, las de escorrentía y de otros cuerpos de agua superficiales, se infiltran por las zonas de agrietamiento interactuando químicamente con los componentes mineralógicos, convirtiéndose en aguas ácidas	
	AFECTACION	Afectación de las actividades de explotación, daños en estructura de vivienda, conducciones de agua, afectación del uso del suelo, alteración de los cuerpos de agua superficiales.	

Sigue página 116

PROGRAMA	MANEJO DE SUELOS	FICHA
SUBPROGRAMA	MANEJO DE HUNDIMIENTOS	MSC – 8 – 12
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION ■ COMPENSACION □	
ACCIONES A DESARROLLAR	• El proyecto de explotación debe identificar de manera anticipada las posibles causas de hundimientos y las medidas de prevención y control requeridas. • Identificación y control de hundimientos horizontales diferenciales en áreas de construcciones y edificaciones. • Identificación y control de hundimientos verticales en áreas de inundaciones. • Se debe evitar la infiltración de aguas superficiales y subsuperficiales hacia el yacimiento, su contacto con los estériles y el depósito de carbón ya que puede provocar saturaciones e inundaciones del terreno, generando desestabilización y procesos erosivos. • Se deben controlar con prontitud los incendios en los yacimientos porque son fuentes potenciales de hundimientos. • Debe tenerse claro el plan de contingencias para problemas no previstos y programas definidos de seguridad industrial y salud ocupacional.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• En las explotaciones y de acuerdo con el método de explotación se deben dejar pilares de seguridad para proteger los terrenos del hundimiento. • El retrollenado en las áreas de extracción del mineral, permite evitar o disminuir el la magnitud del redesplazamiento vertical. • Los derrumbes dirigidos constituyen una técnica de prevención de la subsidencia potencial a largo plazo • Es conveniente utilizar técnicas de extracción parcial o armónica, con el fin de evitar hundimientos • Se debe tener en cuenta que el método de cámaras y pilares es después del desmantelamiento de labores el mayor causante de hundimientos. Para el cierre de estos, se deben utilizar cierres en forma de pirámide o cono invertido. • En los sitios en donde se detecten grietas superficiales, se deben utilizar técnicas de sellamiento o cubrimiento, utilizando material de limo o arcillas, telas impermeables o geotextiles, gravas y limos.	
LUGAR DE APLICACIÓN	En el área de explotación en superficie y en los socavones.	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En las etapas de operación y desmantelamiento.	
PERSONAL REQUERIDO	Especialistas en manejo de la minería subterránea	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación de la implementación y efectividad de las acciones y tecnologías de prevención y control de hundimientos. Observaciones periódicas en la infraestructura y los suelos afectables por la subsidencia. Observaciones y control del proceso constructivo de los socavones.	

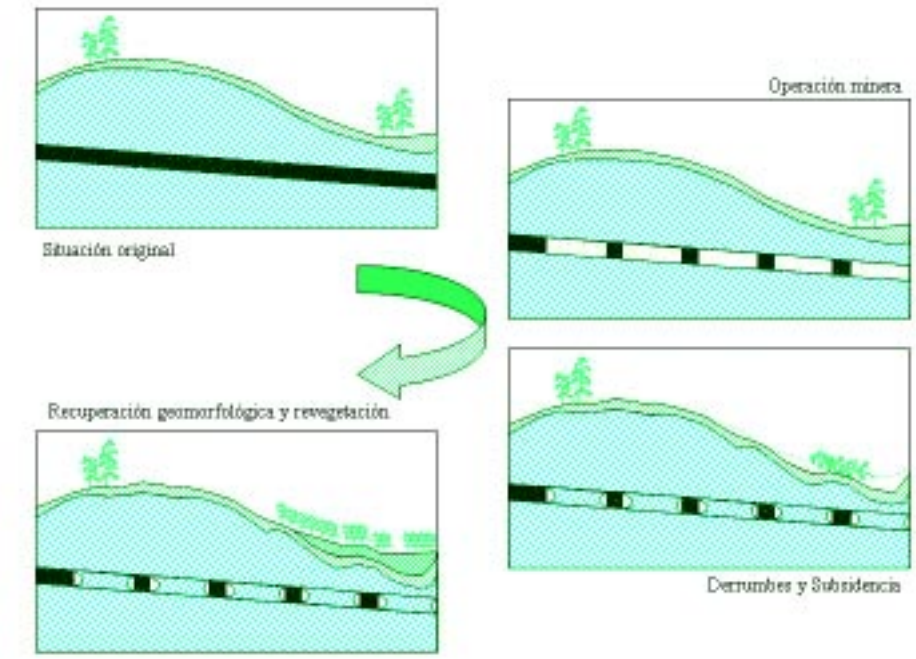

Figura 8.10 Sistema de control de hundimientos

Fuente: Instituto Técnico Geominero de España. Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería, 1989, modificado por Enermitel, 2004

PROGRAMA	MANEJO DE SUELOS	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS**	**MSC – 8 – 13**
OBJETIVO	Implementar las medidas necesarias para el manejo adecuado de los residuos domésticos y especiales que se generan en la explotación minera, con el fin de proteger la salud humana y los recursos suelo, aire, agua y paisaje.	
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	En la explotación minera los residuos sólidos domésticos, comúnmente denominados basuras, son los producidos en campamentos, casinos, oficinas y demás instalaciones con ocupación humana. Se componen de desechos de alimentos (materia orgánica putrescible), papel, cartón, plásticos, textiles, caucho, madera, vidrio, detritus minerales, metales, residuos de poda, entre otros. Los residuos sólidos especiales los conforman los residuos industriales que en el caso de la minería subterránea de carbón lo constituyen además del material estéril que es objeto de análisis en la ficha No. MSC – 8 -11, los neumáticos, envases de insumos, filtros, chatarra, plásticos y residuos de aceites, grasas, los generados en los polvorines y ocasionalmente residuos patógenos. La medida se orienta a la realización de las actividades preventivas y de control que deben realizarse, mediante un adecuado manejo y disposición de los residuos.	

Sigue página 118

<table>
<tr><td>PROGRAMA</td><td colspan="2">MANEJO DE SUELOS</td><td>FICHA</td></tr>
<tr><td>SUBPROGRAMA</td><td colspan="2">MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS</td><td>MSC – 8 – 13</td></tr>
<tr><td rowspan="3">IMPACTOS AMBIENTALES</td><td>TIPO</td><td colspan="2">ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □</td></tr>
<tr><td>CAUSA</td><td colspan="2">La actividad humana y las actividades operacionales de la explotación minera, generan una gran diversidad de residuos sólidos.</td></tr>
<tr><td>AFECTACION</td><td colspan="2">Contaminación del suelo, los cuerpos de agua, la atmósfera, afectación estética del paisaje y formación de focos infecciosos que afectan la salud humana.</td></tr>
<tr><td>TIPO DE MEDIDA</td><td colspan="3">PREVENCION ■ MITIGACION ■
CORRECCION ■ COMPENSACION □</td></tr>
<tr><td>ACCIONES A DESARROLLAR</td><td colspan="3">• Realizar una caracterización proyectada de los residuos sólidos que generará el proyecto que incluye los lugares de generación, las cantidades producidas y su composición. Con base en estos aspectos se definen los equipos y métodos de recolección, rutas, frecuencia de recolección, sitios y cuidados de almacenamiento y la disposición final de los residuos.
• Con base en la caracterización proyectada se determina la necesidad del tipo de disposición final de los residuos, considerando alternativas como: Utilización del servicio de recolección de basuras existente en la región, construcción de rellenos sanitarios, empleo de incineradores, utilización de residuos orgánicos para compostaje, comercialización de material reciclable, entre otras.
• Realización de eventos de sensibilización y educación del personal que labora en el proyecto sobre la importancia para el medio ambiente y la salud del manejo adecuado de los residuos sólidos e impartir capacitación sobre la clasificación en la fuente con responsabilidad individual, según la actividad que desempeñe cada persona.
• Realizar la clasificación y almacenamiento de los residuos sólidos por grupos así:
Residuos orgánicos: Residuos de alimentos, material biodegradable y perecedero.
Empaques y envases: Metales y residuos minerales, vidrio, papel, cartón. Algunos de estos son biodegradables e incinerables.
Residuos especiales: Residuos de hidrocarburos, solventes, residuos de interés sanitario entre otros.
• Disponer de recipientes independientes e identificables claramente, para la separación en la fuente y para el almacenamiento de cada tipo de residuo descrito anteriormente. Los recipientes para residuos sólidos especiales, deben ser resistentes a la corrosión e impermeables y siempre estar separados de los residuos sólidos domésticos.</td></tr>
<tr><td>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</td><td colspan="3">Dependiendo de las condiciones del terreno y de los volúmenes de basura, existen diferentes tipos de relleno:
Rellenos de área. Se utiliza en terrenos con depresiones u hondonadas naturales o excavaciones. Las basuras se expanden en el frente de relleno, se apisonan y se cubren con material de cobertura de 10 a 15 cm, de espesor.
Rellenos de zanja o trinchera. La zanja o trinchera se excava por completo o progresivamente a medida que avanza el llenado con basura. Las dimensiones las determinan las circunstancias operacionales.</td></tr>
</table>

Sigue página 119

PROGRAMA	MANEJO DE SUELOS	FICHA
SUBPROGRAMA	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	MSC – 8 – 13
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	***Rellenos de rampa.*** Es similar al del tipo área. Los residuos descargados se extienden sobre una rampa, se compactan y se cubren con una capa de 10 a 15 cm. de espesor. En los rellenos sanitarios, es importante el maneo de lixiviados. Un aspecto fundamental, es la interceptación de los drenajes y aguas de escorrentía que fluyen hacia el área del relleno, para lo cual es indispensable, la construcción de zanjas perimetrales interceptoras, que conduzcan las aguas fuera del relleno. El fondo y las paredes del relleno deben ser impermeabilizadas y disponer de un sistema de drenaje interno que permita la colección de lixiviados. Existiendo bajos volúmenes de lixiviados, es posible realizar su recirculación y tratamiento, antes de su disposición final. Se deben considerar otras alternativas para disposición de residuos sólidos como el compostaje para el caso de residuos orgánicos y la incineración de los residuos.
LUGAR DE APLICACIÓN	En las zonas de explotación minera en las que existe algún tipo de infraestructura e instalaciones.
PERIODO DE EJECUCIÓN	En las etapas de construcción, operación y desmantelamiento
PERSONAL REQUERIDO	Comunicadores para los procesos de educación y capacitación y personal para la recolección, almacenamiento y disposición de residuos.
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación del cumplimiento de las acciones y tecnologías de manejo de residuos sólidos establecidas. Observaciones y control periódico de la eficiencia del sistema de manejo y disposición de residuos sólidos.

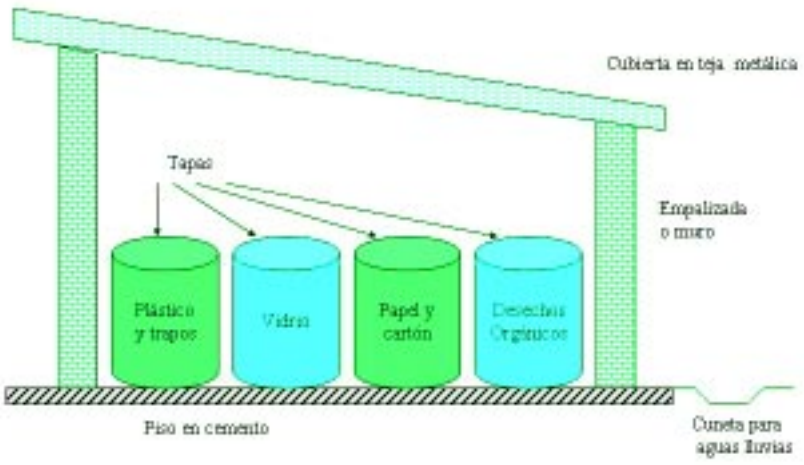

Figura 8.11 Sistema de manejo de residuos sólidos

PROGRAMA	MANEJO DE ECOSISTEMAS Y PAISAJES		FICHA
SUBPROGRAMA	**ESTABLECIMIENTO DE AREAS DE PROTECCION Y REFORESTACION PRODUCTORA – PROTECTORA**		**MSC – 8 – 14**
OBJETIVO	Conservar y recuperar áreas de interés ecológico como bosques naturales, zonas de nacimiento de agua, rondas de las corrientes superficiales y depósitos naturales de agua. Proveer de madera a las explotaciones para el entibado de las minas.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	La media se orienta a la repoblación forestal protectora con especies vegetales arbóreas y arbustivas, en áreas degradadas por las actividades antrópicas y al establecimiento de reforestaciones protectoras – productoras que controlen los procesos erosivos, contribuyan en la regulación hídrica, en el manejo paisajístico y como barreras corta vientos y de estabilización de taludes. Desde el punto de vista productor abastecen de madera para el entibado de las minas, evitando la presión sobre los bosques naturales.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE ■	
	CAUSA	Con anterioridad a la explotación minera, se realiza alteración o destrucción de los ecosistemas boscosos para establecer suelos de uso agropecuario y aprovechar la madera para leña y para su comercialización. En las regiones de minería subterránea de carbón, se realiza la tala de especies maderables para utilizarlas en el entibado de minas.	
	AFECTACION	Pérdida de la cobertura vegetal protectora y reguladora de los ríos quebradas y nacimientos de agua e incremento de los procesos erosivos. Degradación de los suelos con pérdida de materia orgánica y otros nutrientes. Extinción de especies de flora y fauna.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION ■ COMPENSACION ■		
ACCIONES A DESARROLLAR	• Establecer en la zonificación de manejo ambiental las áreas protectoras que deben ser objeto de protección y recuperación y diseñar en el plan de manejo ambiental, el respectivo programa. • Contemplar la recuperación de áreas críticas por su importancia de protección y su degradación actual o potencial. • Establecer reforestaciones de carácter protector – productor, motivando e incentivando la participación de las comunidades de la región. • Establecer viveros con especies nativas y comerciales para una fácil provisión de plántulas para siembra en el área de la explotación y suministro a las comunidades vecinas.		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	Conocimiento de las condiciones ambientales de la región y especialmente de los suelos, el clima, las especies de flora y fauna típicas y las especies maderables aptas para la reforestación protectora productora, como fundamento técnico, para el diseño del programa. Concertar la participación de la comunidad en el desarrollo del programa.		
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas de protección ambiental del área de explotación y del área de influencia del proyecto.		
PERIODO DE EJECUCIÓN	En todo el ciclo del proyecto de explotación, incluida su planeación.		
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos ambientales, con énfasis de las disciplinas de Biología y Forestal.		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación de la implementación y eficacia de las acciones y tecnologías para la protección y recuperación de áreas intervenidas por las actividades mineras. Inventario y revisión inicial sobre el estado de los ecosistemas naturales y controles periódicos sobre su protección – degradación y de las repoblaciones forestales establecidas.		

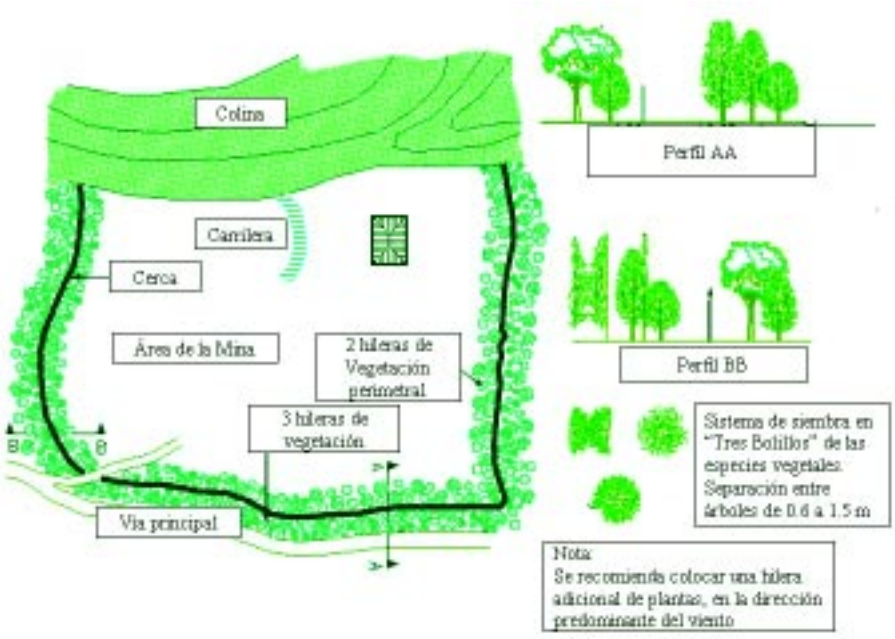

Figura 8.12 Sistema de protección y reforestación mediante barreras vivas

Fuente: Instituto Técnico Geominero de España. Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería, 1989.

PROGRAMA	MANEJO DE ECOSISTEMAS Y PAISAJES		FICHA
SUBPROGRAMA	MANEJO DE FLORA Y FAUNA		MSC – 8 – 15
OBJETIVO	Prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales que ocasiona la explotación minera sobre las comunidades de flora y fauna.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Las etapas constructiva y operativa de la explotación minera, conllevan la intervención de ecosistemas y habitat de flora y fauna. La protección de la flora y fauna implica la no intervención de los bosques naturales, de tal manera que se constituyan en refugios biológicos y corredores de fauna. La recuperación de los ecosistemas intervenidos, se realiza mediante la reconformación del suelo, la revegetación y repoblación forestal con especies nativas, de manera que progresivamente se establezcan las condiciones ambientales para la repoblación de la flora y fauna propias del lugar.		
IMPACTOS AMBIENTALES	TIPO	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE ■	
	CAUSA	Intervención o destrucción de ecosistemas en las áreas utilizadas por la explotación minera.	
	AFECTACION	Alteración y extinción de comunidades de flora y fauna.	

Sigue página 122

PROGRAMA	MANEJO DE ECOSISTEMAS Y PAISAJES	FICHA
SUBPROGRAMA	MANEJO DE FLORA Y FAUNA	MSC – 8 – 15
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION ■ COMPENSACION ■	
ACCIONES A DESARROLLAR	• Elaborar la zonificación de manejo ambiental, en la cual se establecen las zonas de protección y de especial significación ecológica, con el fin de evitar o mitigar su intervención en el proceso de explotación. • Para la realización de los procesos de recuperación de la flora y fauna, se deben considerar los programas de manejo de suelos, revegetación con especies nativas, tanto herbáceas, como arbustivas y arbóreas. • Realizar el rescate de individuos vegetales y animales de importancia ecológica por su rareza, endemismo o por encontrarse en vía de extinción. • Considerar la alternativa de recuperación de la cobertura vegetal, mediante regeneración natural, en lugares en los que las condiciones de los suelos la hagan posible. • Promover la recuperación de ecosistemas acuáticos promoviendo la colonización de los cuerpos de agua con especies de flora acuática y progresivamente especies de fauna acuática y avifauna.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	Elaboración de la zonificación y mapeo de las áreas de protección e importancia ecológica. Inventario de especies de flora y fauna propias del área de influencia del proyecto y las existentes en el área de explotación. Considerar en el programa de educación ambiental, el conocimiento y la importancia de protección de la flora y la fauna.	
LUGAR DE APLICACIÓN	En la zona de explotación y su área de influencia	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En todo el ciclo del proyecto, incluida la etapa de planeación	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos ambientales con énfasis indisciplinas de Biología y Forestal	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Inventarios iniciales de flora y fauna con seguimiento, a los procesos de protección y recuperación de habitat de flora y fauna, terrestre y acuática. Seguimiento a las acciones y tecnologías de manejo ambiental establecidas.	

PROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL	FICHA
SUBPROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL	MSC – 8 – 16
OBJETIVO	Implementación de las medidas de seguridad para la protección de la vida y la salud de las personas, la protección de los recursos naturales, la infraestructura y los equipos de la explotación minera.	
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Las actividades mineras requieren el cumplimiento de normas y medidas de seguridad para su desarrollo de una manera eficiente y segura. Entre los principales factores de riesgo están los existentes en los socavones por las concentraciones de gases tóxicos, para lo cual además de los sistemas de ventilación, es necesario poseer los equipos de monitoreo que permitan detectar oportunamente las concentraciones de gases que sobrepasasen los límites permisibles. La construcción de socavones ocasiona desestabilización de los estratos intervenidos, con los consecuentes riesgos de derrumbes y taponamientos que ponen en peligro la vida de los mineros y la operatividad de la mina.	

Sigue página 123

PROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL		FICHA
SUBPROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL		MSC – 8 – 16
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	En la perforación y voladura existen también riesgos que ameritan un cúmulo de exigencias de seguridad las cuales son contempladas en la ficha MSC–8 –17. El transporte vehicular dentro y fuera de las instalaciones de la explotación implica riesgos de accidentes al no realizarse siguiendo parámetros de seguridad y control.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE ■	
	CAUSA	Deficientes condiciones de seguridad industrial.	
	AFECTACION	Eventualidades o accidentes que atentan contra la salud o la vida humana o deterioran el ambiente.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ CORRECCION ■	MITIGACION ■ COMPENSACION □	
ACCIONES A DESARROLLAR	Realizar la identificación de las principales eventualidades y causas de accidentes en la explotación minera. Cumplimiento del programa de manejo del parque automotor y otros equipos (Ficha MSC -8 -18), relacionado con el cumplimiento de normas de tránsito y seguridad.		
ACCIONES A DESARROLLAR	Las principales medidas de seguridad se relacionan con: • El proceso de extracción por perforación y voladura. • Sistemas de ventilación de la mina. • Monitoreo de concentración de gases en los socavones • Construcción de socavones. • Señalización. • Control del parque automotor • Dotación del personal que trabaja en la mina o accede a la misma. • Capacitación del personal para prevenir y controlar eventualidades. El área de explotación debe poseer los siguientes tipos de señales: ***Preventivas.*** Hacen referencia a los posibles peligros que pueden ser causados en la etapa, constructiva, operativa y desmantelamiento de la explotación. ***Reglamentarias.*** Aluden al tipo de seguridad que se debe observar en el área de la explotación. ***Informativas.*** Muestran con claridad el tipo de actividad que se está realizando en la respectiva zona de explotación ***Conos de delineación.*** Demarcan las zonas de estricto trabajo y las zonas comunes. ***Delineadores luminosos.*** Señales que requieren visibilidad nocturna. Deben ser reflectabas o estar convenientemente iluminadas.		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	Capacitación del personal que labora o accede a la explotación sobre la importancia de las medidas de seguridad. Aplicación de procedimientos claramente definidos para los procesos de perforación y voladura. Medidas de seguridad para el manejo de explosivos y su almacenamiento (polvorines) Construcción y operación de sistemas de ventilación apropiados. Dotación de equipos de seguridad al personal que labora en el proyecto. Señalización adecuada para el personal que acceda a la explotación.		

Sigue página 124

PROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL	FICHA
SUBPROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL	MSC – 8 – 16
LUGAR DE APLICACIÓN	En el área de explotación	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En las etapas constructiva, operativa y desmantelamiento	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en seguridad industrial minera.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación del cumplimiento de las acciones y técnicas de manejo establecidas en los procesos operativos de la explotación. Se debe contar con la operación permanente de los equipos de monitoreo de concentración de gases tóxicos. Realizar inspecciones periódicas al estado de entibado de las minas y demás aspectos de seguridad en la apertura de socavones. Controlar los procesos de perforación y voladura. Inspección del sistema de señalización, en las diferentes zonas de explotación y en las vías de acceso. Control del cumplimiento de las normas de tránsito de vehículos y del transporte del carbón.	

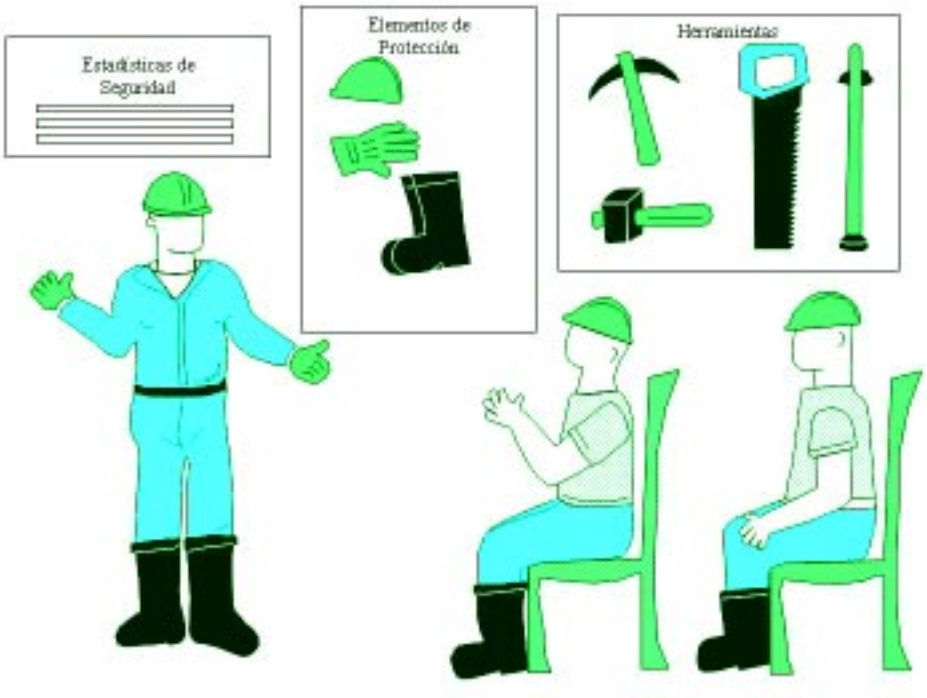

Figura 8.13 Medidas y elementos de seguridad industrial
Fuente: Reglamento de seguridad en las labores subterráneas, Carbocol, 1988.

PROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL		FICHA
SUBPROGRAMA	PERFORACION Y VOLADURA		MSC – 8 –17
OBJETIVO	Adoptar las medidas necesarias para garantizar la salud y seguridad de los mineros en las operaciones de transporte, almacenamiento, manipulación y uso de materiales explosivos en las minas. Proteger al público y la infraestructura de la explotación de los riesgos por operaciones inadecuadas de perforación y voladura, así como la minimización de los impactos ambientales.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	La perforación y voladura implica altos riesgos para la salud y la seguridad de los mineros y del público en general. El desconocimiento de las técnicas y prácticas seguras de perforación y voladura, conlleva peligros para la vida y salud de los mineros y de los habitantes del área de influencia de la explotación, desestabilización de los estratos rocosos, daños en la infraestructura de la explotación y del área de influencia.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE ■	
	CAUSA	Realizar la perforación y voladura sin la debida consideración de las técnicas y medidas de seguridad que implican la riesgosa actividad.	
	AFECTACION	Muertes, mutilaciones y afectación de la salud de las personas, daños en la infraestructura y deterioro ambiental.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■	MITIGACION ■	
	CORRECCION □	COMPENSACION □	
ACCIONES A DESARROLLAR	En relación con las medidas de seguridad se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: Los diseños de voladura individuales deberán desarrollarse y registrarse En relación con las medidas de seguridad se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: • En el área de la mina y ser aprobados por un supervisor de voladuras. • El diseño de voladuras debe contener diagramas de las mallas de perforación y voladura, períodos de retardo y separación de las mezclas explosivas, tipo y cantidad de explosivos a usar, dimensiones críticas y ubicación específica. • Con anticipación a las voladuras, el operador deberá notificar a todos los residentes y propietarios de viviendas u otras estructuras localizadas en el rango de acción del efecto de voladura, sobre las horas y lugares en que se proyecta realizar las operaciones de voladura. Las notificaciones deben tener períodos semanales. • Las voladuras deben realizarse en horas diurnas para seguridad del personal que labora y de los residentes del área de influencia. • Se debe tener una señalización muy clara, usar advertencias sonoras y aislar cada zona donde se vayan a realizar las voladuras. • El acceso al área de voladura debe controlarse para evitar la presencia de personas no autorizadas. • Los explosivos y accesorios de voladura son productos peligrosos. El concesionario o usuario, debe extremar los cuidados en su transporte, almacenamiento y uso. El personal encargado de su manipulación debe estar debidamente entrenado. En relación con el manejo ambiental de las perforaciones y voladuras, las recomendaciones se relacionan especialmente con el chorro del aire producido por la voladura, la roca lanzada por la explosión, las vibraciones de tierra, el ruido, el material particulado desprendido y las emanaciones de gases tóxicos.		

Sigue página 126

PROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL	FICHA
SUBPROGRAMA	PERFORACION Y VOLADURA	MSC – 8 –17
ACCIONES A DESARROLLAR	**Recomendaciones de la velocidad de aire de ventilación** *Sección de la mina subterránea* *Velocidades de aire* (m/seg). Socavones de nivel principal: 1.0 a 3.0 Encuentro entre socavones y aperturas mayores: 0.25 Escalones (Piques): 2.0 en promedio Labores de desarrollo Tuberías a un máximo de 4.6 m. detrás de la cara **Recomendaciones de manejo para la emisión de gases** Evitar las condiciones que podrían ocasionar el quemado de gas antes que la detonación del explosivo. Los explosivos seleccionados deben tener la resistencia adecuada al agua. Luego de efectuada la carga, la explosión deberá realizarse en el menor tiempo posible. La formación de óxidos de nitrógeno es más cuestión de uso de campo que de formación de polvo, por tanto deben disponerse los sistemas de ventilación apropiados para que desvanezcan rápidamente. Los montones de roca deben mojarse completamente, antes de que se inicie la excavación. Este procedimiento, desplazará el monóxido de carbono, de modo que el sistema de ventilación lo pueda diluir, volver inocuo y eliminar del lugar de trabajo.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	Las tecnologías para realizar la perforación y voladura deben contemplar equipo mecánico e hidráulico.	
LUGAR DE APLICACIÓN	Areas de socavones	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En la etapa operativa del proyecto	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en perforación y voladura	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación y control de las acciones, tecnologías y procedimientos utilizados en la perforación y voladura. Inspecciones periódicas a las zonas e infraestructura afectable por la actividad. Seguimiento al transporte, almacenamiento y manejo de explosives	

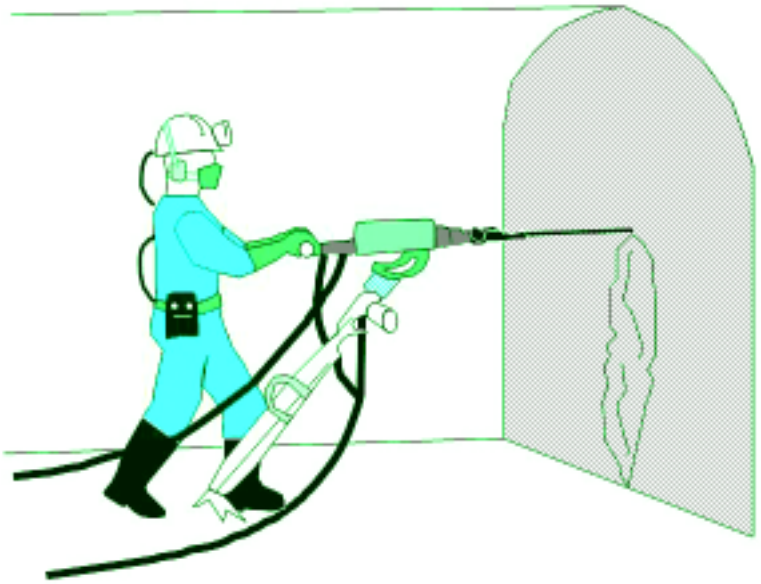

Figura 8.14 sistema de perforación y voladura
Fuente: Reglamento de seguridad en las labores subterráneas, Carbocol, 1988.

PROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL		FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DEL PARQUE AUTOMOTOR Y EQUIPOS DE LA EXPLOTACION**		**MSC – 8 – 18**
OBJETIVO	Prevenir y controlar los impactos de los equipos y parque automotor utilizados en la explotación: en el cargue y descargue, beneficio, transporte interno y externo, movilización de personal, de materiales e insumos.		
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	La operación de equipos y vehículos sin la debida revisión y mantenimiento genera impactos por ruido, emisión de gases y material particulado. Adicionalmente la falta de conciencia, capacitación y control de los conductores de vehículos y los operadores de equipos, permiten que infrinjan el cumplimiento de las normas ambientales y de seguridad en su trabajo.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE ■	
	CAUSA	Deficiencia en el mantenimiento de equipos y vehículos, obsolescencia en los mismos. Incumplimiento de los requerimientos ambientales y de las normas de seguridad por parte de los operarios de equipos y conductores de vehículos.	
	AFECTACION	Incremento de la accidentalidad y afectación de la salud humana. Afectación de cuerpos de agua por lavado y/o mantenimiento de los vehículos. Contaminación atmosférica por emisión de gases, material particulado y ruido.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■	MITIGACION ■	
	CORRECCION □	COMPENSACION □	

Sigue página 128

PROGRAMA	SEGURIDAD INDUSTRIAL	FICHA
SUBPROGRAMA	**MANEJO DEL PARQUE AUTOMOTOR Y EQUIPOS DE LA EXPLOTACION**	**MSC – 8 – 18**
ACCIONES A DESARROLLAR	• Contemplar en el programa de educación ambiental la concientización y capacitación de los operarios de equipos y vehículos sobre su responsabilidad en el cumplimiento de las normas y requerimientos ambientales y la observancia de las señales y normas de tránsito. • Verificar que los vehículos vinculados a la construcción y operación de los proyectos cumplan con las normas de emisión. • Realizar parqueo, lavado y mantenimiento del parque automotor en los lugares construidos para tal propósito en la explotación o existentes para tal fin en las cabeceras municipales, evitando la contaminación de cuerpos de agua con residuos sólidos y aceitosos. • Cubrir los vehículos que transportan carbón, estériles y materiales de construcción y humedecer frecuentemente las vías no pavimentadas para evitar la dispersión del material particulado en el aire. • Restringir el uso de bocinas, cornetas y pitos del parque automotor. • Manejar los residuos sólidos y líquidos originados por el mantenimiento del parque automotor de acuerdo con las fichas de manejo implementadas para tal fin. • Transitar a velocidades controladas, en los accesos y vías internas, con el fin de no causar daños a la propiedad privada o pública, ni atropellar personas y/o animales. • Realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos. • Establecer las normas de tránsito y de seguridad en las vías de acceso y en el área de la explotación.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Talleres de de educación y capacitación ambiental y de seguridad a los operarios de vehículos y equipos. • Establecimiento de señales de tránsito y seguridad.	
LUGAR DE APLICACIÓN	Areas de instalaciones de la explotación y corredores viales.	
PERIODO DE EJECUCIÓN	Etapa constructiva, de operación y desmantelamiento.	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en normas de seguridad minera e industrial.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación del cumplimiento de las acciones de manejo establecidas. Monitoreo periódico sobre el cumplimiento de las normas de emisión de los equipos y vehículos. Supervisión y control del cumplimiento de las normas de seguridad industrial y de tránsito. Verificación y control del estado mecánico en que operan los equipos y vehículos.	

PROGRAMA	DESMANETLAMIENTO Y ABANDONO DE LA EXPLOTACION	FICHA
SUBPROGRAMA	**PROGRAMA DE RECUPERACIÓN Y REHABILITACIÓN**	**MSC – 8 – 19**
OBJETIVO	Planeación y desarrollo de los programas y actividades, orientados a la recuperación de terrenos y del entorno ambiental afectados por la actividad minera con el fin de rehabilitarlos para su uso post minero.	

Sigue página 129

PROGRAMA	DESMANETLAMIENTO Y ABANDONO DE LA EXPLOTACION		FICHA
SUBPROGRAMA	**PROGRAMA DE RECUPERACIÓN Y REHABILITACIÓN**		**MSC – 8 – 19**
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	La recuperación y rehabilitación de terrenos intervenidos por la actividad minera, consiste en su adecuación para diversos usos post mineros tales como agropecuario, recreativo, de adaptación paisajística, forestal, de abastecimiento de agua, recuperación y adaptación de ecosistemas. El programa de recuperación y rehabilitación, debe concebirse desde las etapas tempranas de la planeación minera, debiendo ser parte integral de ésta y del plan de manejo ambiental. Con esto se busca que a medida que avanzan los procesos constructivos y de explotación que afectan el medio biofísico y social se vayan realizando progresivamente las medidas de recuperación, mitigación, y compensación que rehabilitan los suelos y terrenos para el uso post minero más recomendable.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Intervención del entorno ambiental y social de la explotación	
	AFECTACION	Ecosistemas, recursos naturales y estética del paisaje. Afectación del ambiente natural y cultural del área de influencia de la explotación.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION ■ COMPENSACION ■		
ACCIONES A DESARROLLAR	**Planeación del uso de la tierra post minería** El soporte del programa de recuperación y rehabilitación lo constituyen los estudios del medio biofísico y social que permiten establecer una zonificación ambiental del uso de los suelos post minería teniendo en consideración los aspectos ambientales y sociales y los planes de ordenamiento territorial municipal y de desarrollo regional. Con base en los estudios referidos se realiza el proyecto de zonificación de usos de la tierra post minería (ver tabla 8.1 de usos probables), que deben armonizarse con los POT. **Desarrollo del programa de recuperación y rehabilitación** Se debe tener se en cuenta que la recuperación y rehabilitación pretende con una visión global e integrada, la recuperación de los suelos degradados, y su productividad biológica; la protección de ecosistemas de importancia ecológica; la recuperación de la calidad y cantidad del recurso hídrico; el control de la erosión, la revegetación y acondicionamiento paisajístico entre otros propósitos. Se reitera la visión expuesta en relación a que las medidas de manejo, ambiental, deben tener un enfoque de largo plazo hacia el uso de la tierra post minería, aplicando esta concepción en actividades como la construcción y adecuación de vías de acceso, manejo y control de aguas residuales y residuos sólidos; construcción, sellamiento y abandono de socavones; cierre de bocaminas y bocavientos; manejo de escombreras y estériles; protección de cuerpos de agua, entre otros.		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Realización de estudios básicos y formulación del programa de recuperación y uso de la tierra post minería, en concordancia con los planes de ordenamiento territorial municipal, los planes de desarrollo. • Desarrollo progresivo del programa desde el inicio de la explotación minera.		

Sigue página 130

PROGRAMA	DESMANETLAMIENTO Y ABANDONO DE LA EXPLOTACION	FICHA
SUBPROGRAMA	**PROGRAMA DE RECUPERACIÓN Y REHABILITACIÓN**	**MSC – 8 – 19**
LUGAR DE APLICACIÓN	Area de explotación del proyecto	
PERIODO DE EJECUCIÓN	Planeación, construcción, operación y desmantelamiento del proyecto	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos mineros y ambientales	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación del cumplimiento de las medidas de manejo ambiental con el enfoque a largo plazo, de recuperación y rehabilitación de terrenos para su uso post minero.	

Tabla 8.4 Usos de la tierra para escenarios post mineria

TIPO DE USO	REQUERIMIENTOS	MEDIDAS DE ADECUACION
AGROPECUARIO	Químicos: Suelos con pH neutros y ligeramente ácidos. Buen contenido de nutrientes y libres de toxicidad. Físicos: Pendiente plana a ondulada para cultivos agrícolas. (menor del 10%). Pendiente hasta ligeramente quebrada para pastos de pastoreo (Menor del 25) Pendiente hasta quebrada para pastos de corte (menor del 50%) Pedregosidad menor del 15% Disponibilidad de agua	Incorporación de materia orgánica Adición de nutrientes y cal para corregir acidez Medidas de adecuación de suelos para disminuir pendientes y evitar erosión: Terracetas y bancales, cultivos en curvas nivel . Construcción de sistemas de drenaje para captación y evacuación de aguas.
FORESTAL	Suelos planos hasta quebrados para reforestación productora y productora protectora (Pendiente menor del 50%). Suelos planos hasta escarpados para repoblación forestal protectora (suelos planos hasta pendientes superiores al 75%). Permiten suelos con algunas limitaciones de fertilidad Profundidad de los suelos, según requerimientos de cada especie	Incorporación de materia orgánica y nutrientes. Diseño de plantaciones según especies a utilizar Posibilidad de combinación de uso forestal con usos agrícola y pastoril.
RECREATIVO	Ubicación cerca de núcleos poblacionales urbanos y rurales. Extensiones de alguna consideración: Superiores a 5 Ha. Estabilización de taludes, revegetación y control de procesos erosivos.	Remodelación de terrenos Revegetación multiestrata Obras mecánicas y biológicas de control de erosión
EMBALSES	Estudio del régimen hidrológico del área de explotación Determinación de volúmenes de almacenamiento en función de los caudales afluentes y los ciclos hidrológicos y de lluvias. Caracterización de las aguas a embalsar	Readecuación de los sistemas de drenaje de la zona al sistema de almacenamiento proyectado Diseño y construcción de embalses, de los sistemas de manejo y tratamiento

Sigue página 131

TIPO DE USO	REQUERIMIENTOS	MEDIDAS DE ADECUACION
EMBALSES	Estudio de oferta del agua almacenada para establecer la atención de demandas para diferentes usos.	
ZONAS PROTECTORAS	Conformación de áreas de protección con fines de conservación y recuperación de ecosistemas	Aislamiento y acciones de recuperación y revegetación
NUCLEOS POBLACIONALES	Zonas de gran estabilidad geotécnica, con formas y procesos erosivos controlados Existencia adecuada de infraestructura y servicios	Suministro garantizado de infraestructura y servicios básicos. Diseño de poblamiento
RELLENOS SANITARIOS	Ubicación próximas a núcleos urbanos Estudio de factibilidad del relleno. En función de volúmenes y características de los residuos; estudio geomorfológico y de suelos del sitio de disposición; entorno afectable por el relleno.	Estudio de factibilidad técnica, económica y social del relleno. Diseño de construcción, operación y cierre.

Figura 8.15 Recuperación y rehabilitación de terreno

PROGRAMA	PROGRAMA DE GESTION SOCIAL		FICHA
SUBPROGRAMA	**COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA**		**MSC – 8 – 20**
OBJETIVO	En desarrollo de los principios constitucionales y normativos permitir que los ciudadanos y la comunidad, ejerzan el derecho a ser informados y participar en las decisiones que los afectan.		
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	La forma y alcances de la participación ciudadana y comunitaria debe darse en concordancia con los avances en el ciclo del proyecto minero y comprende: **Información**. Se realizan reuniones con los entes territoriales y administraciones municipales, con el fin de informar sobre los propósitos y localización del proyecto y también con el propósito de buscar su armonización con los Planes de Ordenamiento Territorial y los Planes de Desarrollo. Esta actividad debe desarrollarse previo al inicio de la exploración minera y durante el desarrollo de la misma. **Participación.** En la etapa de planeación y diseño del proyecto de explotación, se informa a las comunidades sobre las características del proyecto, cronograma de realización de la obra, la legislación aplicable y las políticas empresariales. Igualmente se da participación en el EIA, en relación con los impactos ambientales que se generarán y sobre las medidas de manejo respectivas. **Concertación:** Tiene como objeto construir acuerdos relacionados con los impactos generados por el proyecto y las medidas de prevención, mitigación control y compensación, que conforman el Plan de Manejo Ambiental. Igualmente se acuerdan los mecanismos de participación de la comunidad en la ejecución de dicho plan, así como en su seguimiento y control.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Desinformación sobre los propósitos y alcances del proyecto y carencia o deficiencia en los procesos de participación de la comunidad en su desarrollo, lo que genera inconformidad y animadversión hacia el mismo.	
	AFECTACION	Se afecta el proyecto por la oposición y obstáculos que puede ocasionar la comunidad en su desarrollo y se afecta la comunidad que se ve afecta en sus derechos y en la calidad ambiental de su entorno.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION □ COMPENSACION ■		
ACCIONES A DESARROLLAR	• Información a las autoridades departamentales y municipales sobre los propósitos y alcances del proyecto. • Identificación de las comunidades objeto de consulta y participación. • Participación de las comunidades en los estudios de impacto ambiental y en el desarrollo de los programas de gestión social y ambiental. • Realización del proceso de consulta previa en caso de existir minorías étnicas en el área del proyecto. • Participación de la comunidad en la ejecución, seguimiento y control de los acuerdos de gestión ambiental y social programados.		
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Reuniones, talleres y otros medios de comunicación informativos sobre el proyecto a nivel regional y local.		

Sigue página 133

PROGRAMA	PROGRAMA DE GESTION SOCIAL	FICHA
SUBPROGRAMA	**COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA**	**MSC – 8 – 20**
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• Talleres de capacitación y concertación sobre el EIA, los impactos del proyecto, las medidas de manejo ambiental y la participación de la comunidad en su implementación.	
LUGAR DE APLICACIÓN	Area de influencia del proyecto	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En todo el ciclo del proyecto	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en comunicación social	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Realización de encuestas, entrevistas y reuniones, en las que se identifiquen las aspiraciones de la comunidad y su grado de aceptación o rechazo hacia el proyecto y hacia el cumplimiento de sus objetivos y realizaciones, en la aplicación de las medidas de manejo ambiental y de manera especial sobre la gestión social. Verificación del cumplimiento de las acciones y tecnologías de comunicación y participación comunitaria implementadas.	

PROGRAMA	PROGRAMA DE GESTION SOCIAL		FICHA
SUBPROGRAMA	**EDUCACIÓN AMBIENTAL**		**MSC – 8 – 21**
OBJETIVO	Concientizar y capacitar a las comunidades y al personal del proyecto sobre la importancia de la gestión ambiental y sobre la necesidad de preservación ambiental, de los recursos naturales renovables y de los bienes culturales de la región en que se ubica el proyecto.		
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	La educación y capacitación ambiental es base fundamental para el desarrollo del proyecto minero de acuerdo con los principios de sostenibilidad ambiental. A partir de la concientización de la comunidad y del personal participante en el proyecto, es posible evitar o disminuir los efectos negativos que ocasione la inserción de la actividad en una región. La educación ambiental se debe realizar a nivel de las comunidades del área de influencia y al personal vinculado al proyecto. La educación ambiental con las comunidades se debe realizar a través de un diálogo interactivo de saberes, mediante jornadas pedagógicas participativas, orientadas al mejor conocimiento del entorno ambiental y social y al manejo sostenible del proyecto.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Falta de educación ambiental y de conocimiento de los valores naturales y culturales de la región donde se inserta el proyecto.	
	AFECTACION	Conflictos del proyecto con las comunidades. Deterioro ambiental del entorno afectable por el proyecto.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION □ COMPENSACION □		
ACCIONES A DESARROLLAR	• Concientización ambiental al personal, contratistas del proyecto y comunidad. • Dar a conocer la importancia del cumplimiento de la gestión ambiental y desempeño minero.		

Sigue página 134

PROGRAMA	PROGRAMA DE GESTION SOCIAL	FICHA
SUBPROGRAMA	EDUCACIÓN AMBIENTAL	MSC – 8 – 21
ACCIONES A DESARROLLAR	• Promover el conocimiento del entorno natural y cultural de la región y su importancia de protección. Promover el respeto por las comunidades y las autoridades de la región. • Dar capacitación en normatividad ambiental, participación ciudadana, tecnologías de producción más limpia.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	Verificación de cumplimiento de las acciones y tecnologías de educación y capacitación ambiental desarrolladas. Observaciones sobre la efectividad del proceso de capacitación realizado.	
LUGAR DE APLICACIÓN	Area de influencia del proyecto	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En todas las etapas del proyecto	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en capacitación ambiental y minera. Comunicadores sociales.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación de cumplimiento de las acciones y tecnologías de educación y capacitación ambiental desarrolladas. Observaciones sobre la efectividad del proceso de capacitación realizado.	

PROGRAMA	PROGRAMA DE GESTION SOCIAL		FICHA
SUBPROGRAMA	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL		MSC – 8 – 22
OBJETIVO	Propender porque el proyecto minero mediante el fortalecimiento institucional, realice una eficiente gestión ambiental y la adecuada coordinación con las autoridades, instituciones y la comunidad.		
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	La medida se orienta a que la empresa ejecutora del proyecto posea la estructura organizacional e instrumentos que le permitan realizar una eficiente gestión ambiental y realizar una adecuada coordinación con las autoridades regionales, locales, ambientales, mineras y con la comunidad.		
IMPACTOS AMBIENTALES	TIPO	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Deficiencia o ausencia de mecanismos de coordinación con autoridades mineras, ambientales y administrativas y falta de participación comunitaria.	
	AFECTACION	Inconvenientes en el normal desarrollo del proyecto. Incidencia en la sostenibilidad del proyecto. Conflictos que puedan surgir con diferentes estamentos en desarrollo del proyecto.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION □ COMPENSACION □		
ACCIONES A DESARROLLAR	• Conformación de la adecuada estructura organizacional de la empresa minera para atender los procesos de coordinación, participación y concertación interinstitucional. • Armonización de las relaciones con las autoridades regionales, locales autoridades ambientales, mineras y otras entidades del sector público.		

Sigue página 135

PROGRAMA	PROGRAMA DE GESTION SOCIAL	FICHA
SUBPROGRAMA	**FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL**	**MSC – 8 – 22**
ACCIONES A DESARROLLAR	• Establecimiento de los mecanismos de concertación con los diferentes estamentos para determinar el rol de participación de la empresa, sus deberes, compromisos y derechos. • Promover la importancia de los proyectos mineros y la importancia de incluir la minería en los planes de ordenamiento territorial.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	Capacitación en la implementación de un sistema de gestión ambiental a nivel empresarial, que permita contar con una adecuada estructura organizacional, que responda a los requerimientos ambientales y de gestión social del proyecto.	
LUGAR DE APLICACIÓN	Area de influencia del proyecto	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En todas las etapas del proyecto	
PERSONAL REQUERIDO	Técnicos en comunicación social	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Realización de encuestas, entrevistas y reuniones, en las que se conozca el estado de las relaciones del proyecto con las autoridades ambientales, mineras administrativas y representantes de la comunidad de la región del proyecto. Verificación del cumplimiento y efectividad de las acciones de fortalecimiento institucional realizadas.	

PROGRAMA	PROGRAMA DE GESTION SOCIAL		FICHA
SUBPROGRAMA	**CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA**		**MSC – 8 – 23**
OBJETIVO	Permitir que las comunidades del lugar en que se localiza el proyecto se beneficien del proyecto mediante su vinculación en las obras y actividades inherentes al desarrollo del proyecto		
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	En las etapas de construcción y montaje, operación , cierre y abandono del proyecto de carbón, se requiere la contratación de personal calificado y no calificado, lo cual beneficia a los habitantes de la región y se constituye en un impacto positivo si manejan adecuadamente los aspectos de generación de expectativas, y selección del personal.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO □ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE □	
	CAUSA	Vinculación efectiva de la comunidad y establecimiento a de mecanismos idóneos de selección de personal.	
	AFECTACION	Relaciones del proyecto con la comunidad	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION □ COMPENSACION ■		
ACCIONES A DESARROLLAR	En las diferentes regiones existen altas tasas de desempleo y el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, requiere la contratación de personal transitorio o permanente lo cual genera expectativas que la empresa minera debe manejar teniendo en cuenta los siguientes criterios: • Determinación de las necesidades de personal, con base en los requerimientos y proyecciones de la explotación minera. • Divulgación de las necesidades de mano de obra que puedan ser cubiertas con personal de la zona. • Se recomienda tratar el tema de contratación de personal con las comunidades representativas de la región, como juntas de acción comunal, cooperativas u otras organizaciones. También es recomendable asesorarse de las autoridades locales.		

Sigue página 136

PROGRAMA	PROGRAMA DE GESTION SOCIAL	FICHA
SUBPROGRAMA	**CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA**	**MSC – 8 – 23**
ACCIONES A DESARROLLAR	• Incentivar los grupos asociativos u otras instituciones sin ánimo de lucro, que puedan ser contratistas de la empresa. La mano de obra no calificada debe contratarse preferentemente con personal local, mediante un proceso de selección objetivo y transparente.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	• 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 personal local y de la región.	
LUGAR DE APLICACIÓN	Area de influencia del proyecto	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En todo el ciclo del proyecto	
PERSONAL REQUERIDO	Personal directivo y administrativo del proyecto	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación 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.	

PROGRAMA	GESTION SOCIAL		FICHA
SUBPROGRAMA	**RESCATE ARQUEOLOGICO**		**MSC – 8 – 24**
OBJETIVO	Establecer las acciones a seguir para la protección y rescate del patrimonio arqueológico.		
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	La medida se orienta a la protección del patrimonio arqueológico de la nación en concordancia con el mandato Constitucional y las normas sobre la materia (Ley 397 de 1997). El patrimonio arqueológico es un concepto amplio que incluye bienes muebles e inmuebles de culturas desaparecidas o pertenecientes a la época colonial, así como los restos humanos y orgánicos de dichas culturas. También forman parte de dicho patrimonio, los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con la historia del hombre y sus orígenes. También pueden formar parte de dicho patrimonio, los bienes muebles e inmuebles representativos de la tradición e identidad cultural de comunidades indígenas actualmente existentes, si el Ministerio de la Cultura así lo establece.		
IMPACTOS AMBIENTALES	**TIPO**	ACUMULATIVO ■ RESIDUAL ■ IRREVERSIBLE ■	
	CAUSA	Alteración de los lugares y elementos de interés arqueológico por las remociones de suelo en la explotación minera.	
	AFECTACION	Patrimonio cultural de la nación.	
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION ■ MITIGACION ■ CORRECCION □ COMPENSACION □		
ACCIONES A DESARROLLAR	**Prospección arqueológica** Identificación y caracterización de los contextos y contenidos arqueológicos del área de influencia directa del trazado y evaluación de los impactos sobre el patrimonio arqueológico identificado.		

Sigue página 137

PROGRAMA	GESTION SOCIAL	FICHA
SUBPROGRAMA	RESCATE ARQUEOLOGICO	MSC – 8 – 24
ACCIONES A DESARROLLAR	**Reconocimiento arqueológico** Determinación del potencial arqueológico, y los grados de susceptibilidad o restricción presentes en las áreas de estudio tomadas para definir las alternativas de un proyecto. **Rescate arqueológico** Recuperación del registro arqueológico y de su contexto ambiental, con la finalidad de mitigar o compensar los impactos identificados en la etapa de prospección. **Monitoreo arqueológico** Recuperación de información complementaria que no hubiese sido identificada ni evaluada en etapas anteriores, haciendo énfasis en los sitios recomendados por el Plan de Manejo Arqueológico y en todos los que impliquen remoción de suelos o construcción de obras. **Divulgación de los resultados** Entregar el material recuperado a las entidades territoriales o a las instituciones competentes (casas de la cultura, museos, etc.) para su manejo, de acuerdo con una evaluación previa sobre su capacidad de gestión, presupuestos, personal e instalaciones. Realizar la divulgación de los resultados entre las comunidades del área de influencia, sociedad científica y del público en general a través de los medios de comunicación apropiados para cada público.	
TECNOLOGIAS UTILIZADAS	La prospección arqueológica se fundamenta en la realización de una prospección intensiva del área de influencia directa, y el análisis de la información recuperada a la luz de problemáticas de investigación previamente establecidas. El resultado concreto, es el Plan de Manejo Arqueológico. El reconocimiento arqueológico se realiza con base en un análisis de superposición espacial de la información secundaria de tipo arqueológico, etnohistórico y paleoambiental, y las características geomorfológicas del terreno, complementado con una visita de reconocimiento a campo. En caso de existir monumentos históricos o parques arqueológicos, se deberán señalar como áreas restrictivas. El rescate arqueológico se basa en la aplicación de las técnicas de muestreo y recuperación necesarias para dar cuenta de la naturaleza de los contextos abordados y el desarrollo de un completo trabajo de laboratorio que incluye análisis especializados (espaciales, tecnológicos, cronológicos, pedológicos, paleoambientales, etc. Los datos obtenidos deben ser dirigidos hacia la producción de conocimiento nuevo sobre problemáticas de investigación previamente establecidas.	

Sigue página 138

PROGRAMA	GESTION SOCIAL	FICHA
SUBPROGRAMA	**RESCATE ARQUEOLOGICO**	**MSC – 8 – 24**
LUGAR DE APLICACIÓN	Area de explotación y nuevos corredores viales	
PERIODO DE EJECUCIÓN	En las etapas de construcción y operación	
PERSONAL REQUERIDO	Especialista en Arqueología.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Verificación del cumplimiento de las acciones y tecnologías que deben ser desarrolladas en los procedimientos de prospección, reconocimiento, rescate, monitoreo y divulgación de resultados arqueológicos.	

MSC 9
SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL

El seguimiento y monitoreo está orientado a la verificación del cumplimiento del manejo ambiental que desarrolla el proyecto de explotación minera. Esta verificación debe responder a los compromisos ambientales asumidos en el Plan de Manejo ambiental, a las exigencias de la normatividad minera y ambiental y a los requerimientos y condicionamientos ambientales de las autoridades competentes.

En estas condiciones el seguimiento ambiental del proyecto minero, debe comprender los siguientes aspectos:

- Verificación del estado de cumplimiento de los programas que con forman el PMA.
- Verificación del cumplimiento de los permisos, concesiones o autorizaciones ambientales para uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales.
- Verificación del estado de cumplimiento de los requerimientos ambientales, establecidos por las autoridades competentes.
- Análisis de las tendencias de calidad ambiental del medio en que se desarrolla el proyecto.
- Análisis de la efectividad de los programas que conforman el PMA y de otros programas o actividades establecidos.

9.1 MONITOREO

Consiste en la medición sistemática, con el fin de confrontar los criterios de calidad ambiental establecidos por la normatividad ambiental vigente, o por los estándares de calidad que hayan sido adoptados por cada proyecto minero, con el fin de establecer la eficiencia y eficacia de las medidas de manejo y control implementados.

El proyecto minero debe contemplar el diseño y ejecución de un programa integral de monitoreo. En este sentido, los Estudios de Impacto Ambiental y, más específicamente los Planes de Manejo Ambiental, deben contener el diseño de un Programa de Seguimiento y Monitoreo Ambiental.

El desarrollo del mismo debe realizarse de manera temprana dentro de los estudios básicos, ya que estas primeras mediciones se constituyen en niveles de referencia del comportamiento ambiental del área del proyecto antes de su instalación, o como mínimo y sirven de base para la estructuración del programa de monitoreo, que corresponde desarrollar al proyecto minero, para las etapas de construcción operación y desmantelamiento.

La Tabla 9.1 contiene los aspectos a considerar en el diseño del programa de monitoreo.

En la Tabla 9.2 se presentan las especificaciones del programa de monitoreo y seguimiento teniendo en cuenta cada uno de los componentes ambientales que puede ser afectado, y en consecuencia, requiere seguimiento.

9.2 SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Los informes de avance y cumplimiento sobre los compromisos y requerimientos ambientales del proyecto de explotación, forman parte de la gestión ambiental Sistema de la empresa, constituyéndose en una herramienta esencial para el proceso de evaluación, revisión y mejoramiento de la gestión y para responder a las exigencias de las autoridades competentes.

Tabla 9.1 Aspectos a considerar en el programa de monitoreo

ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Sitios de muestreo	Se seleccionan teniendo en cuenta la ubicación de la fuente de contaminación o alteración ambiental, las características del elemento o componente a ser monitoreado y el elemento o cuerpo receptor de la afectación. Un análisis de los anteriores aspectos, junto con las características del entorno ambiental afectable por el desarrollo de las actividades mineras, permite dilucidar la selección de los sitios de muestreo. Su ubicación debe realizarse en mapas a escala 1:25.000 o mayor, con la indicación de las coordenadas geográficas y planas
Parámetros de medición	Los parámetros de medición están determinados en función del elemento o componente ambiental objeto de medición (físico, biótico), de las formas de contaminación y/o alteración ambiental (v.gr.parámetros físico-químicos para el caso de aguas), para los cuales existen normas específicas que determinan en muchos casos, los parámetros que deben ser objeto de medición. Para el caso de algunos parámetros de medición muy particulares, los cuales no se encuentran aún contenidos en las normas ambientales vigentes, se puede acudir a normas técnicas o estándares internacionales que pueden servir de referente en el monitoreo correspondiente.
Métodos de muestreo	Generalmente existen métodos de muestreo estandarizados, tales como los establecidos para calidad del aire o del agua, siendo necesario determinar el tipo de muestras que se va a tomar para su posterior análisis. Para el caso de vertimiento de aguas, las muestras podrán ser simples o compuestas, dependiendo de las características de la descarga y del régimen del flujo del vertimiento y del cuerpo de agua receptor. De todas maneras, deberán revisarse y aplicarse selectivamente, procedimientos que hayan sido estandarizados, o que hayan sido aplicados en proyectos similares, que en todo caso, permitan proveer información fidedigna de los procesos de alteración o de contaminación ambiental. Igualmente deben establecerse los parámetros que pueden ser medidos en campo, tanto para garantizar la validez de la muestras en algunos de los casos, como por facilidades operacionales.
Equipo de muestreo	El equipo de muestreo, en lo posible, debe corresponder a aquellos de utilización universal, los cuales permitan proveer información homologable a estándares legales o convencionales. Los parámetros a monitorear, así como las características de los agentes que contaminantes, son determinantes en la selección de los equipos de medición. Con el anterior propósito y para garantizar la calidad de las muestras, se debe contar con la siguiente información: Descripción del equipo, descripción del sistema de calibración de los equipos, frecuencia de calibración, procedimiento de control de calidad, precisión de datos y procedimientos de cálculo de la exactitud de los equipos. Deberá determinar, de otra parte, los requerimientos de equipos, materiales e insumos necesarios para su utilización en los muestreos y en los análisis de campo.

Sigue página 141

ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Aseguramiento de la calidad de las muestras	Junto con las características de los equipos utilizados en el muestreo, se requiere establecer una rutina que garantice la calidad de las muestras y su representatividad de las condiciones ambientales medidas. Esta rutina debe ejecutarse de acuerdo a la temporalidad y otras condiciones de manejo y preservación de muestras, generalmente acordes con estándares ya existentes.
Análisis de laboratorio	En algunos casos deberá acudirse a laboratorios debidamente certificados por la autoridad competente, con el fin de garantizar la confiabilidad de los análisis realizados. En otros casos se podrán establecer laboratorios por parte del proyecto, que deben contar con el equipamiento y rutinas sobre métodos de análisis para garantizar la calidad y confiabilidad de los análisis.
Frecuencia de muestreo	La frecuencia de muestreo está dada por la legislación vigente en algunos casos, por los requerimientos específicos que realiza la autoridad competente al proyecto. Desde el punto de vista técnico, la frecuencia está íntimamente relacionada con los ciclos de producción de agentes contaminantes, los cuales, a su vez, están determinados por los ciclos de operación de la actividad-fuente. Adicionalmente, el régimen climático y especialmente los períodos de lluvia, condicionan dicha frecuencia.
Análisis de resultados e informes de monitoreo	Los resultados de las mediciones deben ser objeto de confrontación con estándares de calidad preestablecidos (legales, internacionales, corporativos) y de la correspondiente interpretación e ilustraciones. Los análisis y resultados deben llevarse de forma sistemática de acuerdo con los sitios, los parámetros de medición, los métodos de muestreo y la frecuencia de los mismos, con destino a las autoridades ambientales correspondientes y a las instancias internas que conforman el sistema de gestión ambiental corporativo.

Tabla 9.2 Especificaciones para el programa de seguimiento y monitoreo

RECURSO	COMPONENTE	PARÁMETRO	SITIOS DE MUESTREO	METODOLOGIA	FRECUENCIA
EMISIONES ATMOSFERICAS	Emisión de gases	Metano, Monóxido de carbón, bióxido de carbón ácido sulfídrico , nitratos .	Socavones de la mina.		Permanente
	Material particulado en suspensión	Partículas de polvo (0.1 a 10 micras)	Patios de acopio, escombreras, corredores viales	Métodos de dispersión	Periódico
	Ruido	Ruido	Patios de acopio, socavones activos	Sonómetros	Periódico
HIDRICO RECURSO	Agua potable	color, olor y sabor, turbiedad, sólidos totales, nitritos, nitratos.	En el sistema de distribución.	Análisis físico químicos y bacteriológicos.	Mensual

Sigue página 142

RECURSO	COMPONENTE	PARÁMETRO	SITIOS DE MUESTREO	METODOLOGIA	FRECUENCIA
RECURSO HIDRICO	Aguas residuales domésticas	pH, temperatura, material flotante, grasas y aceites, sólidos suspendidos, DBO_5	Antes y después de los sistemas de tratamiento.	Análisis físico químicos y bacteriológicos.	Trimestral
	Aguas residuales industriales	pH, temperatura, material flotante, sólidos disueltos y suspendidos, hidrocarburos	Antes y después de los sistemas de tratamiento.	Análisis físico químicos.	Mensual
	Agua residual de minería	pH, temperatura, sólidos disueltos y suspendidos, metales pesados	Antes y después de los sistemas de tratamiento.	Análisis físico químicos.	Mensual
	Caracterización de los lixiviados, de residuos sólidos domésticos	pH, DBO_5, DQO, temperatura	Efluente de lixiviados.	Análisis físico químicos.	Mensual
SUELO	Subsidencia	Identificación de subsidencias, medidas preventivas y correctivas	Observaciones en campo, en superficie y en socavones.	Observaciones sistemáticas de suelo, estructuras y estabilidad de socavones.	Mensual
	Estériles	Técnicas de conformación y estabilización de escombreras.	Zonas de disposición de estériles	Observaciones en campo,	Mensual
	Calidad del suelo	Parámetros físico químicos (Textura, estructura, permeabilidad, nutrientes, pH)	Areas de instalaciones, patios de acopio, escombreras, corredores viales	Observaciones sobre movimientos en masa y erosión hídrica superficial. Análisis físico químicos del suelo.	Periódica
	Residuos sólidos domésticos	Sistemas de disposición de residuos	Sitios de manejo y disposición de residuos	Observación y evaluación del funcionamiento del sistema elegido.	Mensual
FLORA Y FAUNA	Revegetación y control de erosión	No. de ha recuperadas.	Areas intervenidas Por la explotación minera. Vías de acceso.	Observaciones y mediciones en campo.	Periódico

Sigue página 143

RECURSO	COMPONENTE	PARÁMETRO	SITIOS DE MUESTREO	METODOLOGIA	FRECUENCIA
FLORA Y FAUNA	Area protegidas y reforestadas	No. de ha del proyecto sin intervenir y reforestadas	Areas de protección y reforestación	Observaciones y mediciones en campo.	Periódico
	Manejo de flora y fauna	Inventarios de flora y fauna	Area de influencia del proyecto	Observaciones e inventarios.	Periódico
MANEJO DEL PAISAJE RECUPERACIÓN Y REHABILITACIÓN DE AREAS	Recuperación y rehabilitación de áreas	Establecimiento de la planificación de usos de la tierra post minero.	Area de influencia directa del proyecto	Observaciones de campo y mapas de zonificación de uso de la tierra proyectadas y actuales.	Anual
	Areas de protección y reforestación protectora-productora	Establecimiento de la zonificación de manejo ambiental	Zona de explotación del proyecto	Observaciones de campo y mapas de zonificación de manejo ambiental proyectadas y actuales.	Anual
	Revegetación y control de erosión	Cuantificación de áreas recuperadas	Zona de explotación del proyecto y corredores viales de acceso	Observaciones y mediciones de campo	Anual
	Manejo y disposición de estériles	Técnicas de conformación y estabilización de escombreras.	Zonas de disposición de estériles	Observaciones en campo.	Mensual
	Manejo de residuos sólidos	Sistemas de disposición de residuos	Sitios de manejo y disposición de residuos	Observación y evaluación del funcionamiento del sistema elegido.	Mensual
ASPECTOS SOCIALES	Información, comunicación y participación de la comunidad	Eventos y otros medios de comunicación y participación	Area de influencia del proyecto	Registro y control de eventos. Material y ayudas didácticas	Mensual
	Educación ambiental	Eventos de educación y capacitación ambiental	Area de influencia del proyecto	Registro y control de eventos. Material y ayudas didácticas	Mensual
	Plan de contingencia	Sistemas de información y atención de emergencias.	Area de la explotación	Planes estratégico y operativo. Equipamiento para contingencias. Simulaciones	Permanente

Sigue página 144

RECURSO	COMPONENTE	PARÁMETRO	SITIOS DE MUESTREO	METODOLOGIA	FRECUENCIA
ASPECTOS SOCIALES	Seguridad industrial	Educación y capacitación, señalización y dotación del personal		Eventos de educación y capacitación. Señalización	Permanente
	Contratación mano de obra	No. trabajadores de la zona contratados	Area de influencia del proyecto	Comunicación y consulta de contratación con autoridades y comunidad.	Mensual
	Rescate arqueológico	Existencia de zonas de potencial arqueológico	Terrenos intervenidos por la explotación	Identificación y rescate arqueológico	Etapas constructivas del proyecto.

9.2.1 Objetivos

- Realizar periódicamente la autoevaluación como parte del Sistema de Gestión Ambiental, para la verificación del cumplimiento de los objetivos ymetas ambientales del proyecto minero y con propósitos de mejoramiento continuo.

- Informar oportuna y periódicamente a las autoridades competentes, sobre los avances y resultados en desarrollo del Plan de Manejo Ambiental y de los imprevistos y problemas presentados.

- Obtener información oportuna y detallada sobre la ejecución y funcionamiento de los procedimientos, obras y sistemas de prevención y control ambiental.

9.2.2 Contenido de los informes

Los informes de avance y cumplimiento deben proveer información sobre:

- Verificación del estado de cumplimiento de los programas que conforman el PMA.

- Verificación del cumplimiento de los permisos, concesiones o autorizaciones ambientales para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

- Análisis de las tendencias de calidad ambiental en el medio en que se desarrolla el proyecto, que contemple un análisis comparativo de los impactos previstos y los presentados.

- Análisis de la efectividad de los programas que conforman el PMA.

- Resultados de monitoreo y seguimiento ambiental.

- Problemas presentados y soluciones adoptadas.

- Ajustes a los programas que conforman el PMA.

- Análisis de resultados.

- Conclusiones.

- Recomendaciones.

9.2.3 Formatos de seguimiento

A continuación se presentan los formatos sugeridos de seguimiento ambiental para proyectos de explotación subterránea de carbón y patios de acopio;

los anuales deben ser adaptados a las condiciones particulares de cada explotación. Los formatos comprenden los códigos MSC – 09 -01 a MSC – 09 -08, adaptados del Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Están referidos al estado de cumplimiento de los programas que conforman el PMA y al estado de cumplimiento de los permisos, concesiones y autorizaciones ambientales propias de la minería subterránea de carbón y patios de acopio.

HOJA_ DE_	**ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**	FORMATO MSC – 09 - 01
		FECHA A___M___D___

PROGRAMA:	CODIGO
SUBPROGRAMA:	CODIGO

METAS		PARAMETRO			CUMPLIMIENTO	
No.	DESCRIPCION	DESCRIPCION	VALOR REFERENCIA	VALOR MEDIDO	SI	NO

ACTIVIDADES DE MANEJO, RECUPERACION O COMPENSACION

No.	DESCRIPCION	% AVANCE PROGRAMADO	% AVANCE A LA FECHA	% CUMPLIDO	OBSERVACIONES

PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DEL SUBPROGRAMA (%)

OBSERVACIONES GENERALES:	PROFESIONAL RESPONSABLE Nombre: Firma

HOJA_ DE_	**ANALISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LOS SUBPROGRAMAS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**	FORMATO MSC – 09 – 02
		FECHA A___M___D___

EMPRESA:	**PROYECTO:**

Columna 1	**Col . 2**	**Columna 3**				**Columna 4**						**Columna 5**						**Columna 6**	
Código de Subprog. del PMA	% impl.	Cumplimiento de las metas del subprograma (s/n)				Permisos, concesiones o autorizaciones. Cumplimiento calidad/ cantidad (s/n)						Tendencias de calidad del medio ambiente (Cumplimiento del indicador más significativo) (s/n)						Subprogramas de manejo efectivos	
		Meta 1	Meta 2	Meta 3	Meta 4	Agua			Emis.	R. Sólid	Forest.	Aire	Agua	Suelo	Flora y fauna	Paisaje	Social	Sí	No
						Capt.	Vert.	cauce											

MODIFICACION DE SUBPROGRAMAS DEL PMA (Para subprogramas catalogados como no efectivos en la col . 6)

Columna 7	**Columna 8**	**Columna 9**		
Código del subprograma	Efectividad de las acciones de control	Necesidad de modificar		
		Sí	No	Descripción de la modificación

OBSERVACIONES GENERALES DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.	PROFESIONAL RESPONSABLE Nombre:
	Firma:

HOJA_ DE_	**ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS PERMISOS DE CAPTACION DE AGUAS**	FORMATO MSC – 09 – 03
		FECHA A___M___D___

ESTADO DEL PERMISO, AUTORIZACION, CONCESION O LICENCIA

1. OTORGADO			**2. EN TRAMITE**			
Acto administrativo No._____Año_____ Mes____Día___	Autoridad Ambiental	Vigencia hasta: Año___Mes___ Día___	TIPO Nuevo	TIPO Renovación Modificación	Fecha de radicación A__M__D__	Autoridad Ambiental:

ESTADO DE CUMPLIMIENTO (INDICADORES DE CUMPLIMIENTO)

3. USO DEL RECURSO

Fuente de Agua	Cantidades		**Captación**						
	Autorizado	Utilizado	Tipo de captación	Nombre de la fuente	Fuente		Valor inversión	Valor 1%	Tasa por uso
					Caudal	Coordenadas			
Superficial									
Subterránea									

4. MONITOREO E INSPECCION AMBIENTAL

Parametro	Unidad de Medida	Valor	Método de Muestreo	Método de Análisis	Fecha de muestreo			Localización de muestreo	Norma Internacional	Compromiso en el EIA	Subprogramas del PMA relacionados
					A	M	D				Código

Observaciones generales	Profesional responsable Nombre: Firma:

HOJA_ DE_	**ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS PERMISOS DE RESIDUOS LIQUIDOS**	FORMATO MSC – 09 – 04
		FECHA A___M___D___

ESTADO DEL PERMISO, AUTORIZACION, CONCESION O LICENCIA

1. OTORGADO			**2. EN TRAMITE**			
Acto administrativo No._____Año____ Mes____Día___	Autoridad Ambiental	Vigencia hasta: Año___Mes__ Día___	TIPO		Fecha de radicación A___ M___ D___	Autoridad Ambiental:
			Nuevo	Renovación Modificación		

ESTADO DE CUMPLIMIENTO (INDICADORES DE CUMPLIMIENTO)

3. USO DEL RECURSO

TIPO	**CONDICIONES DE VERTIMIENTO**				**DISPOSICION FINAL**		
	CAUDAL (Lt/seg)		Duración vertimiento (Horas)	Tipo de disposición final	Nombre fuente receptora	Coordenadas	Sistema de tratamiento
	Autorizado	Utilizado					
Domestico							
Industrial							
Aguas de mina							

4. MONITOREO E INSPECCION AMBIENTAL

Parametro	Unidad de Medida	Valor	Método de Muestreo	Método de Análisis	Fecha de muestreo			Localización de muestreo	Norma Internacional	Compromiso en el EIA	Subprogramas del PMA relacionados
					A	M	D				
											Código
Observaciones generales										Profesional responsable Nombre: Firma:	

HOJA_ DE_	**ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS PERMISOS DE EMISIONES ATMOSFERICAS**	FORMATO MSC – 09 – 05
		FECHA A___M___D___

ESTADO DEL PERMISO, AUTORIZACION, CONCESION O LICENCIA

1. OTORGADO			**2. EN TRAMITE**			
Acto administrativo No._____Año_____ Mes____Día___	Autoridad Ambiental	Vigencia hasta: Año___Mes__ Día___	TIPO Nuevo	TIPO Renovación Modificación	Fecha de radicación A___ M___ D___	Autoridad Ambiental:

ESTADO DE CUMPLIMIENTO (INDICADORES DE CUMPLIMIENTO)

3. USO DEL RECURSO

Tipo de emisión				Fuente generadora	Tipo de combustible	Mat. procesado	Descarga				Presión Barométri camm. Hg.
No.	Fija	Movil	Dispersa				Emisiones autorizadas	Coordenadas	Tipo de contaminante	Altitud	

4. MONITOREO E INSPECCION AMBIENTAL

Parametro	Unidad de Medida	Valor	Método de Muestreo	Método de Análisis	Fecha de muestreo A	M	D	Localización de muestreo	Norma Internacional	Compromiso en el EIA	Subprogramas del PMA relacionados Código
Observaciones generales										Profesional responsable Nombre: Firma:	

HOJA_ DE_	**ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS PERMISOS DE RESIDUOS SOLIDOS**	FORMATO MSC – 09 – 06
		FECHA A___M___D___

ESTADO DEL PERMISO, AUTORIZACION, CONCESION O LICENCIA

1. OTORGADO			**2. EN TRAMITE**			
Acto administrativo No._____Año_____ Mes____Día___	Autoridad Ambiental	Vigencia hasta: Año___Mes__ Día___	TIPO		Fecha de radicación A___ M___ D___	Autoridad Ambiental:
			Nuevo	Renovación Modificación		

ESTADO DE CUMPLIMIENTO (INDICADORES DE CUMPLIMIENTO)

3. USO DEL RECURSO

Tipo de residuos				Fuente	Cantidad (Ton.)		Sistema de Disposición/tratamiento					Sitio de disposición		
No.	Domésticos	Industriales	Especiales		Autorizadas	Dispuestas	Relleno sanitario	Botadero	Incineración	Servicio de Aseo	Otro	Nombre	Coordenadas	Vida Util

4. MONITOREO E INSPECCION AMBIENTAL

Parametro	Unidad de Medida	Valor	Método de Muestreo	Método de Análisis	Fecha de muestreo			Localización de muestreo	Norma Internacional	Compromiso en el EIA	Subprogramas del PMA relacionados Código
					A	M	D				

Observaciones generales	Profesional responsable Nombre: Firma:

HOJA_ DE_	**ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS PERMISOS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL**	FORMATO MSC – 09 – 07 FECHA A___M___D___

ESTADO DEL PERMISO, AUTORIZACION, CONCESION O LICENCIA

1. OTORGADO			**2. EN TRAMITE**			
Acto administrativo No._____Año_____ Mes____Día___	Autoridad Ambiental	Vigencia hasta: Año___Mes__ Día___	TIPO: Nuevo	TIPO: Renovación Modificación	Fecha de radicación A__ M__ D__	Autoridad Ambiental:

ESTADO DE CUMPLIMIENTO (INDICADORES DE CUMPLIMIENTO)

3. USO DEL RECURSO

Autorizada		Aprovechada		Localización y coordenadas	Area total afectada por el cambio de uso	Especies aprovechadas	Compensación		
Area	Volumen	Area	Volumen				Area	Coordenadas	Especies

4. MONITOREO E INSPECCION AMBIENTAL

Parametro	Unidad de Medida	Valor	Método de Muestreo	Método de Análisis	Fecha de muestreo			Localización de muestreo	Norma Internacional	Compromiso en el EIA	Subprogramas del PMA relacionados
					A	M	D				Código

Observaciones generales	Profesional responsable Nombre: Firma:

HOJA_ DE_	**ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS PERMISOS DE OCUPACION DE CAUCES**	FORMATO MSC – 09 – 08
		FECHA A___M___D___

ESTADO DEL PERMISO, AUTORIZACION, CONCESION O LICENCIA

1. OTORGADO			**2. EN TRAMITE**			
Acto administrativo No._____Año_____ Mes____Día___	Autoridad Ambiental	Vigencia hasta: Año____Mes___ Día___	TIPO Nuevo	TIPO Renovación Modificación	Fecha de radicación A___M___ D___	Autoridad Ambiental:

ESTADO DE CUMPLIMIENTO (INDICADORES DE CUMPLIMIENTO)

3. USO DEL RECURSO

Ocupación							Actividades que causan la ocupación	Nombre de la fuente	Coordenadas
No.	Temporal	Permanente	Duración	Fecha					
				A	M	D			

4. MONITOREO E INSPECCIÓN AMBIENTAL

Parámetro	Unidad de Medida	Valor	Método de Muestreo	Método de Análisis	Fecha de muestreo			Localización de muestreo	Norma Internacional	Compromiso en el EIA	Subprogramas del PMA relacionados Código
					A	M	D				
Observaciones generales										Profesional responsable Nombre:Firma:	

MSC 10
GESTION AMBIENTAL

10.1 SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), es parte del sistema de gestión general de una empresa. Esto incluye la estructura organizacional, las actividades de planeamiento, las responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para implementar y mantener la gestión ambiental.

Se resalta que los Sistemas de Gestión Ambiental son de aplicación voluntaria por parte de las empresas y la norma internacional que los sustenta, es la ISO 14001. En consecuencia se aclara que el propósito de su inclusión en esta guía es el de motivar a las empresas mineras en la estructuración de los sistemas de gestión ambiental sin que formen parte de los requerimientos u obligaciones que puedan establecer las autoridades ambietales.

El "Modelo Deming" de administración de calidad, presenta el marco de referencia para los Sistemas de Gestión Ambiental. Este divide las acciones de la empresa en cuatro fases:

Planear: Fase en que se establecen los objetivos y metas de la empresa y se desarrolla la metodología para alcanzarlos.

Hacer: Fase de acción en que se implementa el plan y se toman las medidas acordadas para lograr las metas de la empresa.

Revisar: Se revisan las acciones que se han ejecutado, según el plan, para determinar su efectividad y eficiencia y se comparan los resultados con el plan.

Mejorar: Las deficiencias y limitaciones se corrigen. Puede revisarse el plan y adaptarlo a las circunstancias cambiantes y se reorientan los procedimientos, según sea necesario.

Por otra parte se debe tener en cuenta que un SGA consta de unos elementos centrales a saber (Figura 10.1, elementos del SGA):

Una **Política Ambiental** que generalmente se da a conocer por escrito, como una declaración de la organización, sobre sus intenciones y principios, en relación a su comportamiento ambiental global, que contiene un marco de acción y el establecimiento de los objetivos y metas ambientales que la empresa decide cumplir.

Un **Programa o Plan de Acción Ambiental**, que describe las medidas ambientales que adoptará la empresa a mediano y largo plazo, traduciendo la política ambiental en objetivos, metas y actividades para su logro. Define las responsabilidades de los empleados del programa y compromete los recursos humanos, técnicos y financieros.

La **Estructura organizacional y asignación de responsabilidades,** consta del organigrama organizacional, en donde se asignan responsabilidades, las descripciones de las tareas, líneas y procedimientos claros de reportes y metas de desempeño. El coordinador ambiental es el responsable de asegurar que el SGA se establezca, se implemente y sea efectivo.

Los **Procedimientos ambientales**, incluye los procedimientos para incorporar las medidas ambientales, en otros aspectos de las operaciones de la empresa. A menudo se incluyen procedimientos ambientales específicos detallados en los manuales de operación, que describen los responsables y las medidas y acciones que deben tomarse para la implementación del programa o plan de acción ambiental. Entre los procedimientos ambientales están: La concientización y capacitación sobre los asuntos ambientales, identificación de peligros, evaluación y control de riesgos.

Procedimientos de control, medición y mantenimiento de registros para documentar y controlar los resultados de las acciones y programas específicos, así como los efectos generales de las mejoras ambientales.

Se contemplan acciones correctivas y preventivas para eliminar las causas reales o potenciales en deficiencias de los objetivos, metas, criterios y especificaciones.

Auditorías de los SGA, establecidas para verificar la eficacia y adecuación en la implementación y funcionamiento del SGA.

Revisión de manejo que es una evaluación formal de los directivos de la empresa, que incluye el posicionamiento y suficiencia del SGA, que soportado en la revisión de manejo provea su mejoramiento continuo.

10.2 EVALUACION Y MONITOREO DE LA GESTION AMBIENTAL

La evaluación de la gestión ambiental (véase la Figura 10.2), es una práctica de uso muy limitado, en las empresas y organizaciones que deben cumplir con los requerimientos de las autoridades ambientales; una de las causas principales de esta actitud puede ser la ausencia, parcial o total de planificación ambiental, cuya consecuencia directa conlleva a que, como ocurre en muchos casos de la realidad, se realicen inversiones y esfuerzos en materia de control ambiental de las actividades pero se desconozca su efectividad, y lo que resulta menos favorable, que se pierda la oportunidad de revisar si la actuación de la empresa es eficiente, en términos técnicos, económicos y ambientales.

En esta sección se pretende, que el usuario de la guía, encuentre los elementos básicos de análisis que

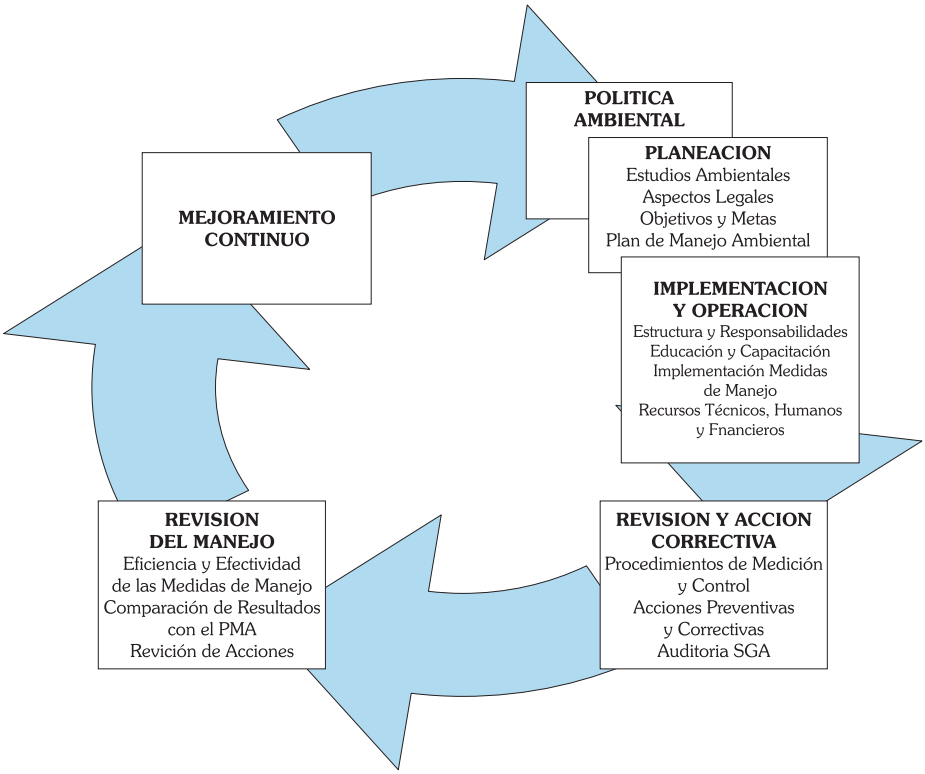

Figura 10.1 Ciclo de un sistema de gestión ambiental

le permitan cumplir a cabalidad con un proceso de gestión ambiental, debidamente planificado y susceptible de ser revisado y mejorado continuamente.

La idea no es forzar al usuario a emplear un determinado sistema de gestión ambiental, pero sí brindarle la información pertinente para que se estimule, más que a responder puntualmente a los problemas ambientales, a adoptar un esquema racional de trabajo en este campo.

Mediante una visión prospectiva de la integración de la gestión minero ambiental se plantea el diagnóstico de las condiciones geológicas, mineras, tecnológicas, ambientales y sociales en que se realiza la operación minera con carácter regional, en contraposición a las evaluaciones puntuales, por proyectos.

A partir de este conocimiento se formulan y desarrolan planes de manejo minero ambiental de carácter regional, que incluyen propósitos comunes de gestión de los diferentes proyectos mineros con responsabilidades individuales ante las autoridades competentes.

Consecuente con esta formulación, de carácter integrado, se plantea el establecimientos de redes de monitoreo regionales en sustitución de los monitoreos individuales a cada proyecto. Estas redes tendrían primordial importancia en el manejo del recurso hídrico, particularmente en aguas superficiales y subterráneas y en el monitoreo atmosférico. Adicionalmente permite hacer un seguimiento sistemático a los recursos y ecosistemas con una visión globalizada

En desarrollo del modelo de Sistema de Gestión Ambiental propuesto, en esta parte de la Guía se transcribe de la Guía Ambiental de Minería Subterránea de Carbón del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Este modelo contiene el procedimiento, mediante el cual será posible acometer la evaluación ambiental del proyecto y de la gestión ambiental de la empresa. Para el efecto, se propone la adopción de indicadores ambientales, los cuales fueron desarrollados de acuerdo con los componentes ambientales, susceptibles de ser afectados por las actividades de la minería subterránea, los parámetros seleccionados para la medida de los impactos y, finalmente, con una estructuración lógica que permite llevar la evaluación hasta la determinación de un indicador global de la gestión ambiental

Objetivos

- Realizar una evaluación de la Gestión Ambiental en cuanto a la efectividad y eficacia de los planes y programas propuestos, o adoptados, con respecto a las metas inicialmente establecidas.

- Identificar las estrategias preventivas o correctivas y modificar los planes de acción, si resulta pertinente.

- Obtener un indicador general de gestión ambiental que permita evaluar fácil y rápidamente el nivel de gestión de la empresa; posicionarse en el sector de acuerdo con el avance en el tratamiento e internalización de la dimensión ambiental y establecer las bases para la continuación del ciclo, en el sentido de lograr el mejoramiento continuo de las condiciones ambientales en las que se desarrolla la actividad.

10.3 TIPO Y APLICACIÓN DE INDICADORES AMBIENTALES

Los indicadores son de amplia utilización para la integración de resultados del examen de una situación en particular y sirven para simplificar la presentación de la información, al tiempo que facilitan su interpretación y confrontación con información derivada de otros proyectos similares, o de actividades que, de igual forma, tienen la capacidad de impactar el entorno medioambiental o parte de sus componentes.

Los indicadores pueden ser simples o compuestos. Los primeros de ellos pueden estar representados por el valor mismo de una medición (p.e, concentración de sólidos en suspensión), en tanto que los segundos están generalmente conformados por dos o más valores que pueden representar condiciones de calidad o presencia de agentes contaminantes, medidas en términos de magnitud.

La utilización de indicadores ambientales ofrece ventajas por cuanto permite comparar la calidad ambiental de un parámetro medible, la calidad ambiental de un componente ambiental en función de uno o más agentes contaminantes y la calidad ambiental de un proyecto en general.

10.3.1 El indicador de la gestion ambiental (I.G.A)

El indicador de gestión ambiental que se propone en esta guía es una expresión que permite integrar el nivel de desempeño de la empresa en relación con tres aspectos que se consideran vitales para determinar la respuesta de las organizaciones o entidades ante sus responsabilidades ambientales, ellos son:

- El grado de desarrollo o ejecución y cumplimiento del plan de manejo ambiental que hace parte ya sea de proyectos o de actividades en ejecución.

- El estado de legalidad ambiental de las actividades de la empresa, en términos de la obtención de los permisos y las autorizaciones requeridas para el desarrollo de los proyectos.

- El nivel de control de los impactos ambientales derivados de sus actividades.

- Para tal efecto es necesario definir un Indicador para cada uno de los tres aspectos mencionados y luego integrarlos en una sola expresión cuyo resultado refleje el nivel de gestión ambiental de la empresa, como se muestra enseguida:

Matemáticamente la expresión que se propone para el cálculo del I.G.A es:

$$I_{GA} = I_{PMA} * Fp_{PMA} + I_{Permisos} * Fp_{Perm.} + I_{IA} * Fp_{IA}$$

I_{GA}: **Indicador de Gestión Ambiental: valor entre 0 y 100.**
I_{PMA}: **Indicador de cumplimiento del PMA: valor entre 0 y 100.**
Fp_{PMA}: **Factor de Ponderación del PMA**
$I_{Permisos}$: **Indicador de gestión de Permisos ambientales: valor entre 0 y 100.**
Fp_{Perm}: **Factor de ponderación permisos ambientales**
I_{IA}: **Indicador de impacto ambiental: valor entre 0 y 100.**
Fp_{IA}: **Factor de ponderación del impacto ambiental**

La distribución de 100 unidades entre los Factores de Ponderación (Fp) corresponde a la importancia relativa inherente a cada uno de los componentes del I_{GA}. Por ejemplo, se recomienda que al indicador de impacto ambiental se le asigne siempre el mayor factor de ponderación puesto que en últimas el beneficio ambiental se obtiene no tanto como resultado, por citar un caso, de la obtención de todos los permisos sino por el control efectivo y la minimización del impacto sobre el ambiente.

En las secciones siguientes se presenta una discusión detallada de los conceptos básicos y la metodología sugerida para el cálculo de los componentes del Indicador de Gestión Ambiental – IGA cuya estructura, a manera de ejemplo, aparece en la Tabla 9.1.

10.3.2 Indicador de cumplimiento del plan de manejo ambiental - IPMA

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es, lo que podríamos llamar el instrumento operativo en la planeación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

en el se describen y se dan las especificaciones de las obras y acciones que se deben realizar para controlar, mitigar, o compensar los impactos generados por una actividad.

Como parte del proceso de SGA, es necesario evaluar la gestión realizada para aplicar el PMA, con el fin de determinar las medidas correctivas para asegurar el cumplimiento del principal objetivo de la Gestión Ambiental, que es el de mejorar las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla la actividad. Lo anterior deriva en la necesidad de formular un indicador que represente el grado de cumplimiento del PMA y permita determinar las causas que influyen en su desarrollo, para así proceder a tomar medidas preventivas o correctivas y asegurar el logro de sus objetivos.

Componentes del PMA

El PMA involucra cuatro componentes principales, a saber:

- Plan de manejo del medio biofísico: Incluye las obras y acciones dirigidas a controlar, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el medio biofísico: agua, aire, suelo, fauna, vegetación.

- Plan de gestión social: Contiene las especificaciones de las obras y acciones dirigidas a controlar, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el ser humano y su entorno socioeconómico y cultural.

- Plan de seguimiento y monitoreo: Contempla la definición de los parámetros del medio biofísico y social que deben ser evaluados periódicamente para verificar el comportamiento de los elementos ambientales y el cumplimiento de la normatividad.

- Plan de contingencia: Se refiere a las estrategias y acciones de prevención y control de los eventos contingentes que puedan afectar a las personas, el ambiente o los bienes materiales.

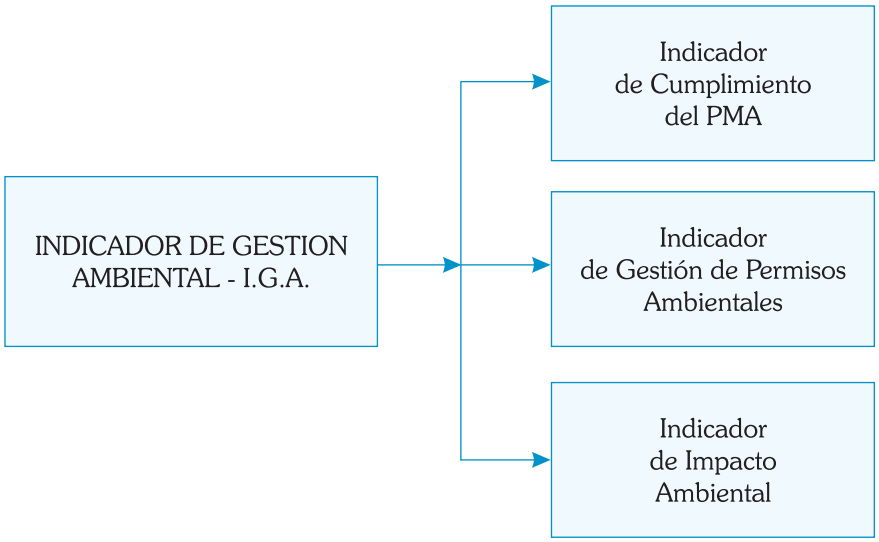

Figura 10.2 Indicador de gestión ambiental

Descripción del indicador

El indicador propuesto para evaluar el nivel de cumplimiento del PMA, considera cada uno de los componentes del plan, como se indica enseguida:

$$I_{PMA} = [(I_{PMB} + I_{PGS} + I_{PM} + I_{PC})/4]* 100$$

En donde:

I_{PMA}: **Indicador de cumplimiento del PMA, valor entre 0 y 100.**
I_{PMB}: **Indicador plan de manejo biofísico, valor entre 0 y 1.**
I_{PGS}: **Indicador plan de gestión social, valor entre 0 y 1.**
I_{PM}: **Indicador plan de seguimiento monitoreo, valor entre 0 y 1.**
I_{PC}: **Indicador plan de contingencia, valor entre 0 y 1.**

Ahora, para evaluar cada uno de los indicadores que conforman el I_{PMA} se consideran dos aspectos básicos:

Grado de ejecución: Se refiere al nivel de ejecución del plan; es decir compara el número de obras o acciones terminadas o el número de equipos, o sistemas, adquiridos hasta el momento de la evaluación (N_{OAE}) contra el número total de obras y equipos, o sistemas, contemplados en el PMA (N_{TOT})

Ejecución presupuestal: Compara el dinero invertido hasta el momento (R_{GAST}) contra el dinero total presupuestado en el plan (R_{PROG}).
La evaluación de estos aspectos aplicada a cada uno de los componentes del PMA resulta en una expresión como la siguiente:

$$Ip\text{-}i = [(N_{OAE}/N_{TOT}) + (R_{GAST} / R_{PROG})]/2$$

En donde:

$I_{P\text{-}i}$: **Indicador de cumplimiento del plan-i, en donde "i" se refiere a cada uno de los componentes del PMA; valor entre 0 y 1.**
N_{OAE}: **Número de obras o acciones ejecutadas, y equipo adquirido hasta el momento de la evaluación de acuerdo con el plan.**
N_{TOT}: **Número de total de obras, acciones, o equipo programado según el plan.**
R_{GAST}: **Recursos gastados hasta el momento de la evaluación; valor en $.**

Tabla 10.1 Ejemplo de la estructura del Indicador de Gestión Ambiental (IGA) para proyectos de minería subterránea.

COMPONENTES PRINCIPALES	COMPONENTES SECUNDARIOS	SIMBOLO
Indicador del Plan de Manejo Ambiental (I_{PMA})	Indicador plan de manejo biofísico Indicador plan de gestión social Indicador plan de monitoreo Indicador plan de contingencia	I_{PMB} I_{PGS} I_{PM} I_{PC}
Indicador de Permisos Ambientales (I_{PERM})	Permisos obtenidos Permisos requeridos	I_{perm} $I_{requerido}$
Indicador de Impacto Ambiental (I_{IA})	Indicador de impacto por vertimientos de aguas residuales de minería Indicador de impacto por vertimientos de aguas residuales domésticas Indicador de impacto por manejo de escombreras Indicador de impacto por empleo	$I_{vert\ ARM}$ $I_{Vert.ARD}$ $I_{Deforestación}$ I_{Empleo}

R_{PROG}: **Recursos totales presupuestados en el plan; valor en $.**

Después de obtener el indicador para cada uno de los componentes del PMA, se procederá a calcular el promedio aritmético con el cual se definió el indicador del PMA (I_{PMA}) . Se sugiere el promedio aritmético para darle una importancia igual a cada componente del PMA; sin embargo posteriormente se podrá analizar la posibilidad de incluir factores de ponderación a cada componente, o simplemente establecer otro tipo de promedio.

10.3.3 Indicador de gestion de permisos ambientales - $I_{PERMISOS}$

La Legislación ambiental colombiana exige la obtención de licencia ambiental y de los correspondientes permisos y autorizaciones para la utilización y aprovechamiento de los recursos naturales que puedan ser afectados o que se requieran para el desarrollo de un proyecto de minería subterránea. En consecuencia, la empresa interesada en desarrollar un proyecto de este tipo, o la que ya se encuentre en operación, debe mantener al día las obligaciones pertinentes para asegurar su legalidad ambiental.

Permisos ambientales requeridos en proyectos de mineria subterranea

El número y la clase de permisos ambientales que se requiere para el desarrollo de un proyecto de minería subterránea dependen fundamentalmente de su localización geográfica y del tipo de mina a desarrollar. En virtud de estos factores, la autoridad ambiental determinará las exigencias particulares relacionadas, por ejemplo, con la autorización relacionada con:

- Intervenir ecosistemas sensibles o de alta fragilidad ambiental
- Intervenir áreas en donde existan minorías étnicas
- Efectuar apertura o rehabilitación de vías de acceso
- Remover vegetación
- Captar aguas superficiales o subterráneas
- Descargar vertimientos líquidos a cuerpos de agua

Descripción del indicador

Se propone un indicador sencillo que compara el número de permisos o autorizaciones obtenidos con el número de permisos que se debe obtener . El indicador tendrá un valor máximo cuando el número de permisos obtenidos sea igual al número de permisos que se debe obtener, esto indica una buena gestión por parte de la empresa.

$I_{Permisos.}$ = [Permisos. $_{Obtenidos/}$ Permisos. $_{requeridos}$] * 100
En donde:

I. $_{Permisos:}$ **Indicador de gestión de Permisos Ambientales: valor entre 0 y 100.**

Permisos $_{. Obtenidos:}$ **Número resoluciones o actos administrativos que respaldan los permisos obtenidos.**
Permisos $_{. Requeridos:}$ **Número total de permisos requeridos para la actividad.**

Todos los permisos ambientales se respaldarán con una resolución, o acto administrativo emanado de la autoridad ambiental competente, en donde se señala entre otros aspectos, el nombre del beneficiario del permiso, las condiciones sobre las cuales se considera válido, y su fecha de expiración. La resolución, o el acto administrativo pertinente, por la cual se otorga el permiso es la forma de demostrar la gestión ambiental realizada al respecto.

10.3.4 Indicador de impacto ambiental – I_{IA}

El indicador de impacto ambiental se deriva de las actividades que se desarrollan en un minería subterránea deberá expresar de la mejor manera la eficiencia de la empresa en la mitigación y el control de las posibles alteraciones ambientales que se pueden causar como consecuencia de su desarrollo. Se intenta relacionar, por ejemplo, el efecto de la liberación de las cargas contaminantes sobre las características ambientales en el área de influencia de la actividad teniendo en cuenta la capacidad asimilativa de los sistemas o elementos receptores de esas cargas.

Impactos ambientales

En el capítulo de Evaluación Ambiental de esta Guía, se identificaron los posibles impactos ambientales que pueden ocurrir durante el desarrollo de las actividades de un minería subterránea. No obstante, debe aclararse que la lista de impactos probables es de referencia y siempre será necesario ajustarla a las condiciones específicas tanto del proyecto como del área objeto del emplazamiento. Para efectos de facilitar la consulta, en la Tabla 4.2 se presenta la relación de los citados impactos.

Descripción del indicador

La estructura del indicador del impacto ambiental de la minería subterránea se puede definir como el cálculo del promedio aritmético ponderado de cada uno de los indicadores de impacto identificados, sometido a evaluación.

$$I_{IA} = [I_i * UI_i] / 100*n$$

En donde:

I_{IA}: Indicador global de impacto ambiental.: valor entre 0 y 100.
I_i: Indicador de impacto ambiental generado por el impacto i : valor entre 0 y 100.
UI_i: Unidades de importancia para el impacto i: valor entre 0 y 1.000
n : Número de parámetros evaluados

Las Unidades de Importancia (UI) tienen por objeto diferenciar la relevancia de un impacto con respecto a los demás; en la literatura se recomienda que sobre una base de 1.000 puntos se asignen las UI a los diferentes impactos. Enseguida se mostrará, por medio de un ejemplo, todo el proceso de cálculo para obtener el Indicador de Gestión Ambiental – y de sus diferentes componentes.

10.4 EJEMPLO ILUSTRATIVO PARA ÉL CÁLCULO DEL INDICADOR DE GESTION AMBIENTAL

Se presenta en esta sección el planteamiento hipotético de una empresa que maneja una explotación de minería subterránea y precisa calcular el $I_{GA.}$ A partir de la identificación de la información necesaria en cada caso, se muestra el procedimiento de cálculo de cada uno de los componentes del Indicador de Gestión Ambiental y, finalmente, la integración de los mismos en un solo valor.

10.4.1 Cálculo del indicador del plan de manejo ambiental

Una empresa que realiza la explotación de carbón presenta la situación que se describe a continuación en relación con su gestión ambiental:

ACCIONES PROGRAMADAS/ REQUERIMIENTOS NORMATIVOS	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL
Plan de manejo biofísico:	
Construcción de un canal perimetral	Realizado
Construcción de una laguna para retención de sólidos	Realizado
Construcción de un tanque séptico	No se realizó
Charlas a personal para prohibición de caza en el área	No se realizó
Presupuesto: $ 14.000.000	Inversión: $11.500.000
Plan de gestión social:	
Desarrollo de una estrategia de capacitación ambiental para los empleados de la empresa	Realizado
Realización de un taller con personal vinculado al proyecto para informar sobre normas y requisitos ambientales del proyecto	Realizado
Elaboración del programa de salud ocupacional	No se realizó
Presupuesto: $ 2.300.000	Inversión: $ 600.000
Plan de monitoreo:	
Dos jornadas de muestreo y análisis de las características fisocoquímicas de las aguas de bombeo de la mina	Realizado
Presupuesto: $ 5.200.000	Presupuesto:$ 5.200.000
Plan de contingencia:	Realizado
Divulgación de las medidas preventivas y de control en caso de emergencias	
Presupuesto: $ 600.000	Presupuesto: $ 600.000

Nota: Las cifras de presupuesto e inversión están expresadas en pesos del año 2004

Para calcular el indicador de cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, inicialmente se determina éste para cada uno de los componentes del PMA, mediante la siguiente expresión, de la cual se ha definido previamente el significado de los simbolos:

$$Ip\text{-}i = [(N_{OAE}/N_{TOT})_{PHP}) + (R_{GAST} / R_{PROG})]/2$$

Posteriormente se integran estos valores en el indicador global del PMA, así:

$$I_{PMA} = [(I_{PMB} + I_{PGS} + I_{PM} + I_{PC})/4]* 100$$

El resultado de estos calculos, para las condiciones del ejemplo, es el siguiente:

	N_{OAE}/N_{TOT}	R_{GAST} / R_{PROG}	Ip-i
I_{PMB}	2/4	10.000.000/12.000.000	0.66
I_{PGS}	2/3	500.000/2.000.000	0.46
I_{PM}	1/1	4.500.000/4.500.000	1.00
I_{PC}	1/1	500.000/500.000	1.00
$I_{PMA} = [(0.66+0.46+1.00+1.00)/4] * 100$			78

El I_{PMA} en este caso es de 78 unidades.

10.4.2 Indicador de permisos ambientales

La situación para el ejemplo, es como sigue:

PERMISOS/AUTORIZACIONES REQUERIDAS	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE PERMISOS
Licencia ambiental	Se obtuvo
Permiso de vertimientos	Se obtuvo
Concesión de aguas	No se tramitó

De conformidad con lo expuesto anteriormente, el indicador de permisos será:

$I_{Permisos.} = [Permisos._{Obtenidos/} Permisos._{requeridos}] * 100$

$I_{Permisos} = 2/3 * 100 = 67$

El $I_{Permisos}$ en este caso es de 67 unidades.

10.4.3 Indicador de impacto ambiental

La metodología de cálculo del I_{IA} se aplicará de manera ilustrativa para algunos de los impactos potenciales, seleccionados con base en la identificación y análisis de impactos previamente realizada.

- Deterioro de calidad del agua por vertimiento de aguas residuales de minería

Tabla 10.2 Lista de posibles impactos ambientales de la minería subterránea

CATEGORÍA	COMPONENTE	IMPACTO
Fisicobiótica	Agua	Contaminación físico-química
		Contaminación biológica y con materia orgánica
		Obstrucción de cauces naturales
		Aporte de sedimentos de corrientes
		Variación de niveles freáticos
		Incremento de aguas de escorrentía
	Suelo y Subsuelo	Cambios en propiedades físico químicas
		Hundimientos del terreno, subsidencia.
		Activación de procesos erosivos
		Pérdida de capa orgánica e inorgánica
		Cambios en el uso del suelo
		Movimientos del macizo rocoso (botadero)
	Vegetación	Tala arbórea
		Reducción de la cobertura vegetal
	Fauna Acuática y Terrestre	Alteración de hábitats
		Afectación de comunidades
		Migración de especies
	Paisaje	Artificialización del entorno
		Contrastes visuales
		Disposición inadecuada de materiales
Social y económica	Población	Crear expectativas de demandas de servicios
		Cambios de costumbres y sistemas productivos
		Cambios de actividad económica
		Procesos de migración
	Infraestructura Y Bienestar Social	Aumento de riesgos contra la salud
		Deterioro de las condiciones ergonómicas
		Incremento del nivel de empleo
		Aumento de los ingresos
		Demanda de vivienda
		Demanda de centros de salud
		Demanda de escuelas
		Aumento de riesgos de accidentalidad
		Demanda de equipos de seguridad y salvamento minero
		Deterioro de la infraestructura.
		Demanda de servicios públicos

- Manejo de escombreras y
- Generación de empleo

Indicador de impacto de aguas residuales de mineria

Se supone que como resultado de las mediciones efectuadas se obtuvo la siguiente información:

PH	SDT (mg/l)	SST (mg/l)	Fe (mg/l)	SO4 (mg/l)	Q vertido (l/s)
5,0	953	25	10,8	215	1,6

Los niveles de calidad ambiental correspondientes a estos datos se obtienen de la lectura de las figuras 4.1 a 4.5, denominadas funciones de transformación las cuales se presentan enseguida:

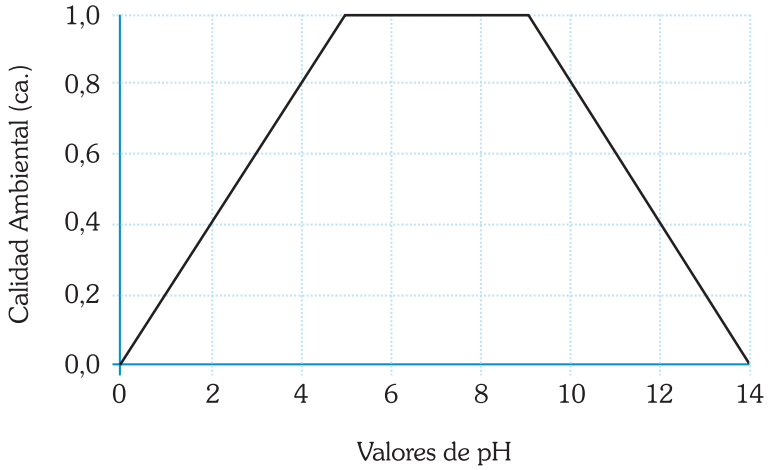

Figura 10.3 pH vs. calidad ambiental

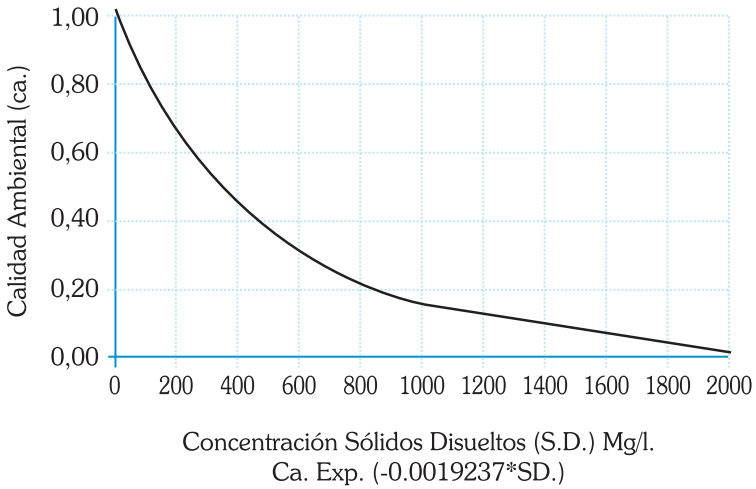

Figura 10.4 Sólidos disueltos vs. calidad ambiental

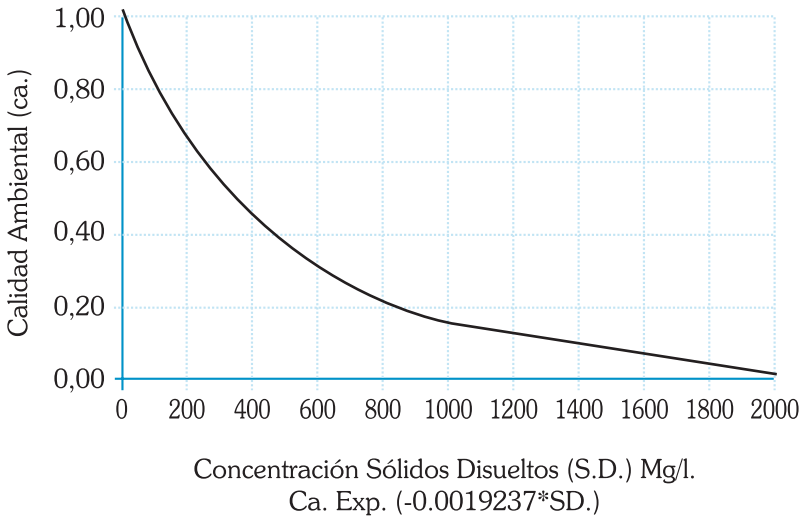

Figura 10.5 Hierro total vs. calidad ambiental

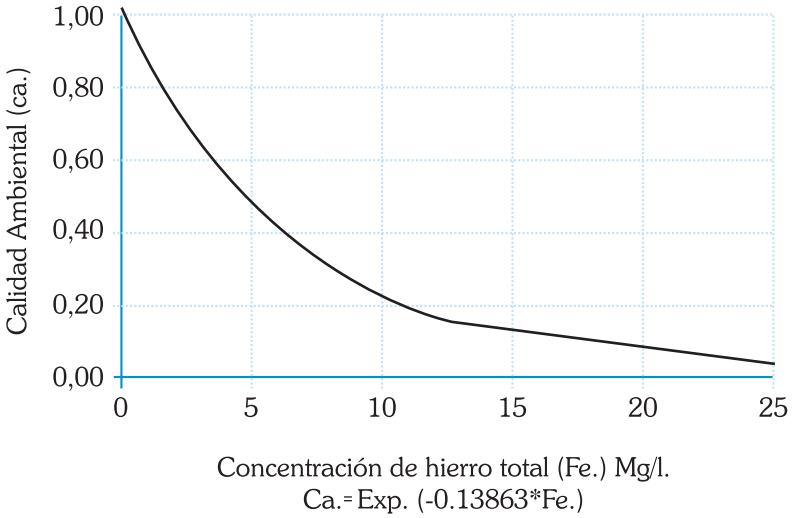

Figura 10.6 Hierro total vs. calidad ambiental

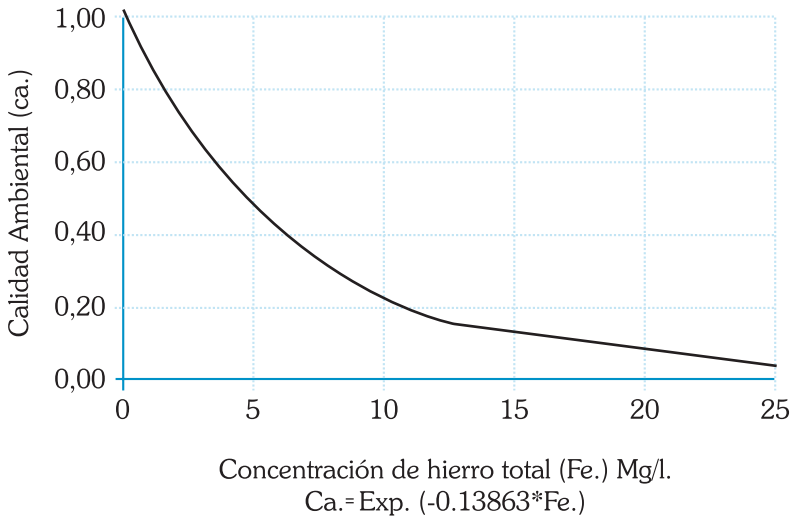

Figura 10.7 Sulfatos vs. calidad ambiental

Se obtienen los siguientes valores en términos de calidad ambiental:

	PH	SDT (mg/l)	SST (mg/l)	Fe (mg/l)	SO4 (mg/l)	□Ca
Calidad Ambiental	1,0	0,15	0,7	0,2	0,7	2,75

Reemplazando el valor de Ca y aplicando la información relacionada con el caudal del vertimiento y el caudal del cuerpo receptor se obtiene el valor del indicador por vertimiento de aguas residuales de minería ($I_{vert.\ AM}$) el cual resulta ser de 0,54.

NÚMERO DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL INDICADOR	N	5
Promedio de calidad ambiental	(□Ca.)/n	0,55
Promedio de caudal vertido (l/s)	Qvertido	10
Caudal cauce permanente donde se vierte (l/s)	Q ca	1000
Indicador de Impacto por Aguas Residuales de Minería: **$I_{vert.\ AM.}$ = [(□Ca.) / n] * [1 – {Q vertido / Q ca}]**	$I_{vert.\ AM}$	0,54

Indicador de impacto por manejo de escombreras

La información asumida para calcular este indicador es la siguiente:

PARÁMETRO	SIMBOLO	VALOR/TIPO
Distancia pata botadero a cauce de agua	X	10 m
Tipo de cauce de agua		Secundario
Altura del botadero (m)	H	8 m
Talud promedio del botadero (m/m)	T	1:1
Area de botadero reforestada (m^2)	Ar	200
Area total del botadero (m^2)	At	500

Los niveles de calidad ambiental correspondientes a estos datos se obtienen de la lectura de las figuras 10.8 a 10.10, las cuales se presentan enseguida

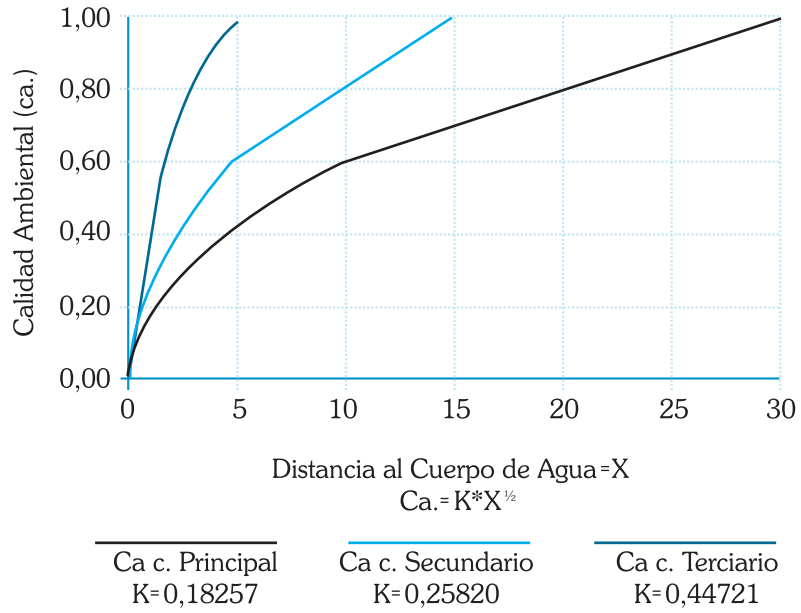

Figura 10.8 Distancia a cuerpo de agua vs. calidad ambiental

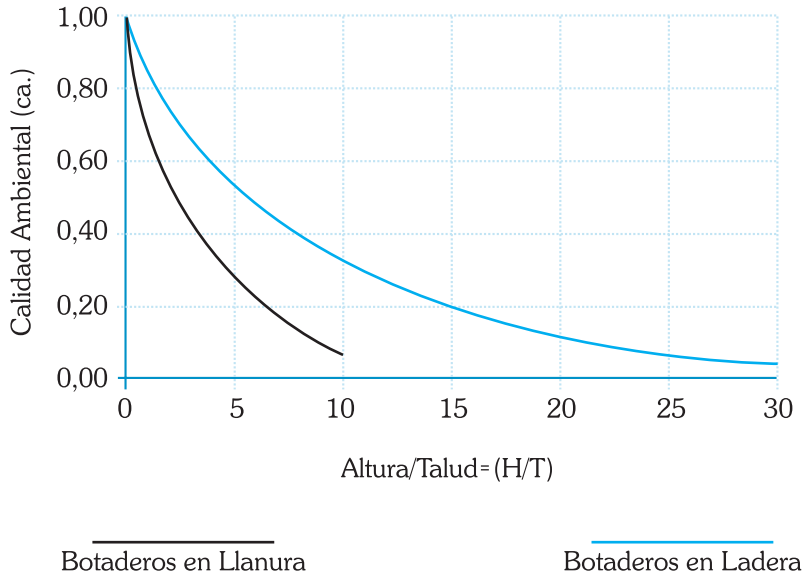

Figura 10.9 Geometría botadero vs. calidad ambiental

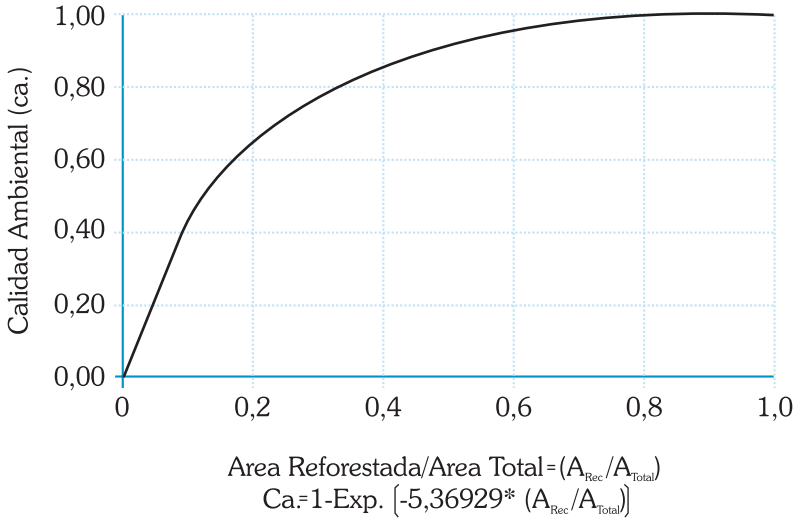

Figura 10.10 Area reforestada vs. calidad ambiental

Como resultado de la lectura de los valores de $\mathbf{C_a}$ se obtendrá el indicador de impacto ambiental por manejo de escombreras que resulta en un valor de **0,7**, como se indica a continuación:

Calidad ambiental por distancia de la pata del botadero al cauce de agua (m) – Ca dca	0.8
Calidad ambiental por geometría del botadero - Ca gb	0.4
Calidad ambiental por reforestación – Ca ref	0.9
INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL POR MANEJO DE ESCOMBRERAS **Imb = [(Ca dca + Ca gb + Ca ref) / 3] * 100**	0.7*100 = 70

Indicador de impacto por nivel de ingresos

Para calcular el valor de este indicador se supondrá la información relacionada a continuación:

PARÁMETRO	SIMBOLO	VALOR/TIPO
No. De empleados que ganan entre 1 y 2 salario mínimos	a	35
No. de empleados que ganan entre 2 y 3 salario mínimos	b	8
No. de empleados que ganan entre 3 y 4 salario mínimos	c	4
No. de empleados que ganan entre 4 y 5 salario mínimos	d	2
No. de empleados que ganan mas de 5 salario mínimos	e	1
No. Total de empleados	Nt	50

Ahora, se calcula el valor del Salario ponderado aplicando la ecuación:
Salario ponderado:
Sp = (a+b*2+c*3+d*4+e*5) / Nt

En la Figura 10.11 se lee el valor correspondiente a la calidad ambiental – Ca:

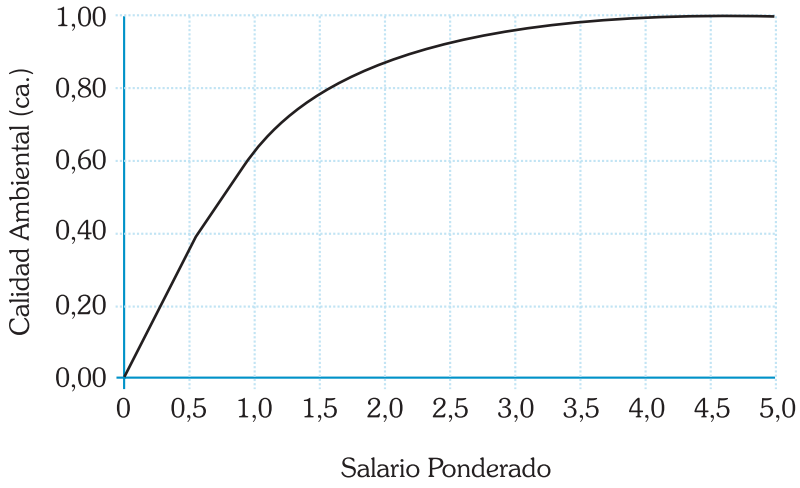

Figura 10.11 Salario ponderado vs. calidad ambiental

Calidad ambiental por nivel de ingresos: 0,75
Indicador de impacto ambiental por nivel de ingresos: I.ingresos = Ca * 100
I.ingresos = 75

Valor del indicador de impacto ambiental

El cálculo del valor del indicador de impacto ambiental se efectúa mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$I_{IA} = [(I_i * UI_i) / 100*n]$$

En donde:
I_{IA} **Indicador global de impacto ambiental.: valor entre 0 y 100.**
I_i **Indicador de impacto ambiental generado por el impacto i : valor entre 0 y 100.**
UI_i **Unidades de importancia para el impacto i: valor entre 0 y 1.000**
n **Número de parámetros evaluados**

La asignación de las Unidades de Importancia se basa, como se mencionó anteriormente en la distribución de 1000 puntos entre los impactos identificados. Para efectos del ejercicio ilustrativo se suponen los valores relacionados a continuación, sobre la base de un puntaje equitativo (500 puntos) tanto para el componente biofísico como para el socioeconómico:

COMPONENTE	IMPACTO POTENCIAL	UI
BIOFÍSICO (500)	Deterioro de calidad del agua por vertimiento aguas residuales de minería	100
	Manejo de escombreras	50
SOCIO-ECONÓMICO (500)	Nivel de Ingreso	150

En el cuadro anterior la suma de las Unidades de Importancia no totaliza 1000 porque no se están teniendo en cuenta la totalidad de los impactos potenciales identificados.

Como resultado del cálculo citado, se obtiene que el valor de I_{IA} es de 28,5.

INDICADOR	VALOR I_i	UI	I_I* UI
$I_{Vert.ARM}$	54	100	54
I_{MB}	70	50	35
$I_{.ingresos}$	75	150	112.5
SUMATORIA			201.5
I_{IA}			**67,1**

10.4.4 Indicador de gestion ambiental

Finalmente, el valor del I_{GA} será de 42,2 unidades, el cual se obtiene aplicando la ecuación:

$$I_{GA} = I_{PMA} * Fp_{PMA} + I_{Permisos} * Fp_{Perm.} + I_{IA} * Fp_{IA}$$

INDICADOR	VALOR I_i	Fp_{PMA}	I_I* Fp_{PMA}
I_{PMA}	78	0,2	15,6
$I_{Permisos}$	67	0,1	6,7
I_{IA}	67,1	0,7	47
I_{GA}			**69.3**

Este resultado indica la posibilidad de que esta empresa mejore su desempeño ambiental en cerca de un 30%

MSC11
EVALUACION DE RIESGOS Y PLAN DE CONTIGENCIA

El propósito de este capítulo de la guía, es orientar al usuario en la planificación de respuestas a siniestros que puedan presentarse en las distintas etapas de un proyecto de minería subterránea de carbón, que potencialmente puedan afectar, los bienes, recursos humanos e intereses del empresario minero, de la comunidad y el medio ambiente que lo rodea.

11.1 OBJETIVOS

- Identificar las amenazas del proceso, técnicas, naturales y antrópicas, que puedan materializarse sobre los recursos empresariales, comunitarios y el medio ambiente en las diferentes etapas del proyecto.

- Identificar los escenarios (recursos comunitarios, empresariales y del medio ambiente) sobre los cuales pueden materializarse las amenazas en las diferentes etapas del proyecto.

- Estimar los riesgos y evaluar la vulnerabilidad de los recursos empresariales, comunitarios y el medio ambiente ante las amenazas identificadas en las diferentes etapas del proyecto.

- Formular un plan de emergencia que articule estrategias (procedimientos, recursos, instrumentos) para la prevención, control y atención de los riesgos evaluados para las actividades descritas asociados a las etapas del proyecto

- Contribuir a la consolidación de la cultura de administración de riesgos para asegurar los recursos empresariales: humanos, físicos, bióticos, financieros, información estratégica e imagen corporativa.

- Concientizar y capacitar al personal participante en los procesos, a los grupos comunitarios y población del área de influencia del proyecto sobre los posibles riesgos y desarrollar en ellos la capacidad de respuesta inmediata, eficiente y coordinada.

- Establecer los procedimientos, recursos y apoyos interinstitucionales necesarios para activar el plan de contingencia-PDC.

11.2 DEFINICIONES

Es importante considerar las definiciones, de los conceptos básicos utilizados en la elaboración del panorama de riesgos, establecidas por el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres de la República de Colombia (1990), y por el Consejo Colombiano de Seguridad.

Emergencia: situación generada por la manifestación de un evento, que modifica severamente las condiciones normales de vida, haciendo necesaria la intervención inmediata.

Desastre: es un evento de origen natural o provocado por el hombre, que ocurre en la mayoría de los casos en forma inesperada, causando alteraciones intensas en la población, los bienes y el medio en general.

Amenaza: es un peligro latente, que representa para un sitio, la posible ocurrencia de un evento catastrófico, bien sea de origen natural o tecnológico, durante un período determinado.

Zona de amenaza: es el área de cobertura de ocurrencia de la posible amenaza, independientemente de la presencia o no, de bienes o personas.

Vulnerabilidad: es la condición en que se encuentran las personas y los bienes expuestos frente a una amenaza, los cuales por su grado de información y

capacitación o, por su cantidad, ubicación, la conformación material, disposición funcional, etc., de que disponen, tienen un determinado grado de capacidad o inhabilidad, para afrontar o soportar la acción de cualquier evento posible.

Riesgo: es el resultado obtenido al relacionar o combinar la intensidad de un evento probable (amenaza) y su vulnerabilidad. El riesgo se puede evaluar mediante la siguiente expresión: Riesgo = Amenaza * Vulnerabilidad

Zona de riesgo: la zona de riesgo, se define como el área donde existen los mayores grados de amenaza y, la mayor presencia de personas o bienes susceptibles de ser afectados

Factores de riesgo: son aquellos efectos identificables y medibles que se constituyen en amenazas concretas.

Consecuencia: es el efecto más probable debido al factor de riesgo en consideración, incluyendo daños personales y materiales

Exposición: es la frecuencia con que las personas o las estructuras, entran en contacto con el factor de riesgo.

Probabilidad: es el grado de inminencia o rareza de ocurrencia real del daño y sus consecuencias, dada la presencia del Factor de Riesgo.

Contingencia: es el resultado o consecuencia más probable, debida a la acción de un riesgo.

11.3 IDENTIFICACION DE AMENAZAS

Se realiza la identificación de causas inherentes a los procesos o actividades mineras, o las causas externas, que en conjunto conforman las situaciones más comunes en las que la amenaza puede llegar a materializarse.

11.3.1 Clasificación de amenazas

Genéricamente las podemos clasificar en naturales, operacionales y exógenas, o ajenas a la minería subterránea de carbón.

Factores naturales: su origen esta relacionado con los fenómenos naturales, característicos de la zona donde se desarrolla la actividad, dentro de los cuales se destacan factores climáticos, las características geológicas y geotécnicas de la región del proyecto y el componente sismo tectónico

Factores operacionales: se presentan debido al desarrollo de las actividades propias de la minería subterránea de carbón, incluidos los procesos acopio, de beneficio y transformación, los cuales pueden tener una gran importancia en la generación de emergencias, dadas las características de los productos que se manipulan: carbón, explosivos y combustibles, así como de las actividades de extracción subterránea que implican riesgos por la desestabilización de los sustratos rocosos.

Factores exógenos: están relacionados con sabotajes, y manifestaciones violentas, en las que generalmente no se involucran personas de la empresa.

11.3.2 Afectación de recursos

Se debe realizar la identificación de los recursos afectables, en el caso de materializarse la amenaza, para lo cual se debe precisar la más grave afectación que puedan sufrir los operarios, la comunidad ubicada en la zona de influencia del proyecto, los recursos naturales, la operatividad, finanzas y la imagen de la empresa.

11.3.3 Documentación de la amenaza

Consiste en estudiar la amenaza aplicada a un escenario específico e identificar posible evolución

del siniestro, las causas y efectos del mismo para cada uno de los recursos de la empresa: humanos, físicos, bióticos, financieros, información e imagen corporativa.

Se deben tener en cuenta los antecedentes de los siniestros ocurridos en escenarios similares, en otros proyectos en los procesos de construcción, operación o desmantelamiento, incluidos los de lejana probabilidad de ocurrencia, lo cual permite valorar la frecuencia de ocurrencia y la mayor pérdida probable en el recurso que se afecte.

11.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La evaluación de la vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica; se debe analizar la frecuencia de ocurrencia y la severidad de la amenaza. La evaluación se realiza con tablas de valoración relativa, tanto de frecuencia como de gravedad o severidad para cada uno de los recursos de la empresa y mediante modelos de simulación conociendo y teniendo acceso al comportamiento histórico de una amenaza.

Para evaluar la probabilidad de que se materialice una amenaza y la gravedad de sus consecuencias, cada empresa debe formular sus propias escalas de valoración para cada uno de los recursos que se pueden afectar.

Ante la dificultad de evaluar en forma exacta la frecuencia y severidad de las consecuencias de cada uno de los riesgos, la metodología de la Administración Integral de Riesgos posibilita la definición de escalas de valoración relativa establecidas de acuerdo con el conocimiento que se tenga del sistema, del proceso y de la amenaza que se está evaluando.

En la tabla 11.1 se ilustra la que podría ser la escala de valoración para la frecuencia:

La tabla 11.2 ilustra a manera de ejemplo, la definición de escalas relativas de valoración, de la frecuencia y de la severidad sobre los recursos: humano, ambiental e imagen corporativa. Para cada recurso se establecen escalas de valoración relativas a la severidad de las consecuencias, ante la materialización de una amenaza.

Tabla 11.1 Escala de valoración para la frecuencia

AMENAZA	PUNTOS	FRECUENCIA
ALTA	4	Al menos una vez al año
MEDIA	3	Al menos una vez en los últimos cinco años
BAJA	2	Al menos una vez en los últimos diez años
POCO PROBABLE	1	Menos de una vez en diez años

Tabla 11.2 Ejemplo ilustrativo para escala de valoración de frecuencia

FACTOR DE VULNERABILIDAD	GRAVEDAD	DEFINICIÓN	PUNTOS
RECURSO HUMANO	INSIGNIFICANTE	Sin lesiones, o lesiones sin incapacidad.	1
	MARGINAL	Lesiones leves, incapacidad temporal.	2

Sigue página 176

FACTOR DE VULNERABILIDAD	GRAVEDAD	DEFINICIÓN	PUNTOS
RECURSO HUMANO	CRÍTICA	Lesiones graves, incapacidad parcial o permanente.	3
	CATASTRÓFICA	Muertes, incapacidad total o permanente.	4
DAÑO AMBIENTAL	INSIGNIFICANTE	Impacto de baja intensidad, extensión puntual, fugaz, de efecto secundario, recuperable de manera inmediata, y reversible en corto plazo.	1
	MARGINAL	Impacto de mediana intensidad, de extensión parcial, temporal, de efecto indirecto, recuperable a mediano plazo, reversibles en el mediano plazo.	2
	CRÍTICA	Impacto de alta intensidad, extenso, temporal, de efecto directo, mitigable, reversibles en el largo plazo.	3
	CATASTRÓFICA	Impacto de muy alta intensidad, muy extenso, permanente, de efecto directo, irrecuperable, irreversible.	4
IMAGEN DE LA EMPRESA	INSIGNIFICANTE	Si sólo es de conocimiento de la Empresa.	1
	MARGINAL	Si es de conocimiento a nivel local. pero no implica el incumplimiento de compromisos comerciales ni reacciones de entidades reguladoras o de control.	2
	CRÍTICA	Si es de conocimiento a nivel nacional. Puede implicar el incumplimiento de compromisos comerciales y reacciones de entidades reguladoras o de control.	3
	CATASTRÓFICA	Si es de conocimiento a nivel internacional. puede implicar el incumplimiento de compromisos comerciales, generar reacciones políticas y de entidades reguladoras o de control, que pueden afectar la estabilidad de la empresa	4

Sigue página 177

FACTOR DE VULNERABILIDAD	GRAVEDAD	DEFINICIÓN	PUNTOS
OPERATIVIDAD	INSIGNIFICANTE	Suspensión de las actividades inferior a 12 horas.	1
	MARGINAL	Suspensión de las actividades entre 12 y 24 horas.	2
	CRÍTICA	Suspensión de las actividades entre 3 y 15 días.	3
	CATASTRÓFICA	Suspensión de actividades por más de 15 días.	4

11.5 ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO

Se define como el proceso mediante el cual se identifican, analizan, evalúan, controlan y financian los riesgos a que están expuestos las personas, bienes, procesos e intereses de la empresa, la comunidad y el medio ambiente que los rodea, optimizando los recursos disponibles para ello.

Las estrategias de administración de riesgos contemplan la planificación de recursos organizacionales, técnicos, logísticos y financieros, necesarios para desarrollar las acciones de prevención, protección, control, atención y aseguramiento o financiamiento de los riesgos; con el fin de minimizar su probabilidad de ocurrencia, la gravedad de sus consecuencias y establecer las medidas que permitan recuperar las condiciones operativas y de vuelta a la normalidad después del siniestro. Involucra 5 estrategias:

Estrategias de prevención: son el conjunto de acciones orientadas a reducir la probabilidad de ocurrencia, por la amenaza evaluada en un escenario. Dado que un evento puede ser potenciado tanto por factores humanos como materiales, en el diseño de las estrategias de prevención se deben considerar los dos factores.

Estrategias de protección: son el conjunto de acciones orientadas a reducir la severidad de las consecuencias en un siniestro, por la amenaza evaluada en un escenario dado.

Estrategias de control: son el conjunto de acciones de verificación de la eficiencia y funcionamiento de las protecciones para evitar la materialización del siniestro y mantener en operación el sistema o reactivarlo en el menor tiempo posible y limitar así los daños**.**

Estrategias para la atención: es el conjunto de acciones planificadas y orientadas a remediar o reducir las consecuencias generadas por el siniestro, con el fin de recuperar la operación de los procesos afectados por el mismo.

Estrategias de financiamiento: son los mecanismos necesarios para financiar los riesgos. Esto se puede hacer a través del aseguramiento de los riesgos evaluados los cuales se transfieren en forma total o parcial.

11.6 MAPA DE RIESGOS DEL PROCESO

Para la adecuada elaboración del Plan de Contingencias de un proyecto es necesario establecer un Mapa de riesgos que identifique las amenazas y escenarios en los que pueden materializarse, afectando los recursos asociados a las actividades de construcción y operación del proyecto.

El conocimiento de la región, la identificación de las amenazas, la identificación de la vulnerabilidad y riesgos de los escenarios y el inventario de siniestros anteriores en escenarios similares aportan a la elaboración del mapa de riesgos del proceso, el cual

se establece a partir del cruce de información para cada actividad en la que se desagregan procesos y con el grado de vulnerabilidad encontrado para ese escenario con los siguientes elementos:

Definición de los eventos que generan riesgos hacia las personas, el proyecto y/o el medio ambiente, tales como: los fenómenos naturales, las descargas eléctricas o sismos y la caída de una estructura de apoyo.

Elaboración del Perfil de Riesgos: El perfil de riesgos es la posición relativa de un riesgo respecto al nivel máximo tolerable para la organización, es además, el resultado de la "Matriz de Vulnerabilidad", la cual en un eje evalúa la posibilidad de ocurrencia (frecuencia) y en el otro, la gravedad de las consecuencias.

Establecimiento de factores que tienden a aumentar y a atenuar el riesgo: una vez establecido el Perfil de Riesgos, se definen las condiciones o factores que pueden tender a disminuir o aumentar los riesgos por la construcción y operación del proyecto.

11.7 PLAN DE CONTINGENCIA

Para responder a los eventos o siniestros, se planifican las estrategias de prevención, protección, control, atención y financiamiento, que posibiliten la reducción de las consecuencias del siniestro para cada uno de los recursos afectados, esto es, el personal que labora en la mina, la comunidad, los recursos naturales y el ambiente del área de influencia del proyecto y los bienes del minero.

En relación con la necesidad de elaborar y poner en práctica los PDC existe una amplia legislación sobre la cual se ofrece una síntesis en la Tabla No 3.18 del capítulo MSC 3 correspondiente al Marco Jurídico, de la presente guía.

En el anterior sentido, el usuario minero debe actuar en concordancia con dichas normas y especialmente en lo estipulado en el Decreto 321 de 1999 por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas

Cuando la afectación esperada de un recurso determinado es baja, de acuerdo con la escala de valoración relativa que se haya definido, el plan puede consistir en una simple respuesta al siniestro.

Cuando la afectación esperada sobre el recurso medio ambiente sea alta o crítica, de acuerdo con la escala, se requerirá un Plan de Contingencias que implica el diseño de un plan estratégico, el establecimiento del panorama de riesgos, definición de recursos para aplicación del PDC, un plan operativo y plan informativo, como se indica a continuación:

11.7.1 Plan estratégico

El Plan Estratégico contiene la filosofía, los objetivos, el alcance del plan, su cobertura geográfica, organización asignación de responsabilidades y los niveles de respuesta.

Está compuesto por las estrategias de administración integral de riesgos, la organización básica, los recursos y las medidas generales para la atención de las emergencias y las estrategias para reducir las consecuencias durante y después del siniestro.

Panorama de riesgos: permite evaluar las consecuencias o efectos más probables que puedan ocurrir en una contingencia y proponer soluciones selectivas, razonables y eficaces para atender la emergencia.

Recursos humanos y equipos: se definen responsables y se asignan funciones de acuerdo a la organización realizada, así como la utilización eficiente de los recursos que le hayan sido asignados. El recurso humano está representado usualmente en la Brigada de Control- BDC de respuesta ante la

ocurrencia de una emergencia. Cada uno de los integrantes de la BDC debe estar capacitado y entrenado para el cargo que desempeña y cumplir con las funciones y responsabilidades asignadas. Los equipos son el segundo recurso más importante para el control de emergencias.

11.7.2 Plan operativo

Establece las acciones a seguir en caso de una emergencia de acuerdo con los escenarios de riesgo. Presenta con niveles de detalle todos los procedimientos, instrucciones, flujos de comunicaciones, programas de capacitación y acciones específicas a seguir durante una emergencia.

Comunicaciones: establece los flujos de información basados en el organigrama operativo del Plan de Contingencias.

Base de datos: presenta la información de soporte para el Plan, la cual involucra: entidades de apoyo en el área de influencia del proyecto, cartografía y rutas disponibles para llegar a los distintos sitios de atención, mapa de amenazas, nombres y teléfonos de personas y entidades claves, etc.

Definición de procedimientos: para las redes de comunicación, notificación a las autoridades locales, regionales y ambientales.

Procedimiento de evacuación: durante la emergencia para sismo, incendio forestal, actos malintencionados de terceros sobre la infraestructura o el personal de entidad operadora.

Procedimiento para la atención: de cada tipo de emergencia que se pueda presentar.

Capacitación y entrenamiento

Capacitación: se realiza la capacitación para las contingencias por grupos, de manera que se garantice la homologación de los participantes, teniendo en cuenta los niveles de escolaridad, capacidad física de las personas, la organización, y las actividades a desarrollar en cada proceso. La conformación de cada grupo de trabajo exigirá un esquema de formación para sus miembros en la profundización del conocimiento de los riesgos inherentes a los procesos y actividades, las amenazas naturales y aquellas causas externas que puedan originar daños al ambiente o a las comunidades del área de influencia. Todo nuevo participante se nivelará oportunamente y para ello puede recurrirse a proveedores de servicios externos, reconocidos en la región por ejemplo, el SENA, para brigadas de primeros auxilios; la Cruz Roja, para rescate; la Defensa Civil Colombiana para atención de incendios forestales

Entrenamiento: permite a los grupos conformados la preparación, en condiciones similares a las reales, para enfrentar las amenazas y desarrollar acciones operativas de mitigación. Se les debe brindar el mejor ajuste con las herramientas, equipos e insumos para la logística de la emergencia y realizar mejoras en los planes operativos, esquemas de comunicación y de coordinación interna e Interinstitucional. Se les facilitará escenarios y fechas óptimas para realizar simulacros, en los que midan realmente la capacidad de respuesta y tiempos requeridos para una eficaz evacuación. El entrenamiento debe incluir:

Plan de alerta.
Plan de atención a las personas.
Plan de atención de salud.
Plan de comunicaciones internas, interinstitucionales y de relación con la comunidad.
Plan de cierre de la emergencia.

11.7.3 Plan informativo

En él se reúne la información que se ha de requerir para la activación de los planes estratégico y operativo; el personal que conforma cada grupo de apoyo y los participantes por cada entidad.

El plan debe contener un esquema de información, en el que la empresa responsable del proceso identifique la condición de riesgo presente en cada escenario y el programa de capacitación a desarrollar con los participantes de cada actividad y con las comunidades vecinas para que obtengan el mayor conocimiento posible sobre los riesgos inherentes a la construcción, operación y desmantelamiento del proyecto. La empresa difundirá internamente los planes, responsabilidades y funciones que se asignen a los empleados, concertará con la comunidad las acciones para tener la mayor cantidad de personas con conocimiento e interés en prevenir los eventos que causan daño a los recursos naturales y/o la comunidad. En el Plan Informativo se deben considerar los siguientes aspectos:

Responsabilidades sobre el manejo de la información.
Lista de equipos requeridos
Lista de equipo auxiliar
Lista de equipos de apoyo
Lista de entidades de apoyo externo
Acuerdos previos entre las empresas e instituciones.
Listas de los coordinadores de emergencias, sus suplentes, con teléfonos de sus domicilios y del sitio de trabajo.
Información sobre recursos operativos, entidades y recursos de salud, capacidad de atención,
Planos arquitectónicos de las instalaciones de la explotación minera, incluyendo mapa de riesgos.
Listado y ubicación de planos sobre servidumbres y propiedades particulares.
Listado y ubicación de propietarios

11.8 IDENTIFICACION DE RIESGOS PARA MINERÍA SUBTERRÁNEA DE CARBÓN Y PATIOS DE ACOPIO

11.8.1 Factores naturales

Factores climatológicos: entre estos se consideran los altos valores de precipitación estacional u ocasional a precipitación que ocasionan inundaciones en la mina o sus instalaciones.

Entre otros elementos climáticos, están la temperatura, la humedad relativa, el brillo solar y los vientos, que pueden actuar de manera independiente o combinada especialmente para favorecer o inducir la ignición espontánea de las pilas de carbón, debido a que este recurso es de fácil combustión.

Para la evaluación de este riesgo es necesario obtener toda la información climatológica posible sobre precipitación de las estaciones más cercanas al área de la explotación, con el fin de determinar promedios y valores extremos para diferentes épocas del año y períodos representativos de tiempo de los parámetros climatológicos que constituyen factores de riesgo.

Sismos: la amenaza sismo tectónica por la presencia de fallas en la corteza terrestre, hace necesario que se realice un análisis para determinar los eventos sísmicos probables en el área de influencia de la explotación determinando la clasificación de este tipo de amenaza como alta, intermedia o baja.

Un evento sísmico, podría contribuir especialmente a la desestabilización de los terrenos superficiales y de los estratos rocosos intervenidos por la explotación subterránea y provocar derrumbes y taponamientos de los socavones.

11.8.2 Factores operacionales

Inestabilidad geotécnica: inducida principalmente por la apertura de socavones, ocasionando riesgos para los mineros y para la continuidad de las operaciones, con daños potenciales en estructuras existentes en la superficie del terreno.

Utilización de explosivos: los explosivos utilizados en el proceso de extracción del carbón, para inducir la fracturación del manto rocoso, conlleva riegos en las actividades de transporte, almacena-

miento y manipulación de los explosivos. La realización de las actividades de perforación y voladura sin las técnicas adecuadas y las medidas de seguridad que exigen estas actividades conllevan riesgos para la salud y la vida de los mineros y para el normal desarrollo de la explotación por accidentes de trabajo y emergencias como derrumbes y taponamientos.

Transporte del carbón: se presentan accidentes de vehículos que transportan el carbón causados por fallas técnicas o humanas en la operación.

Apilado de carbón: en minas de producción a mediana y gran escala, en la conformación de pilas, aunque estas pilas, pueden ocurrir derrumbes de las mismas, por la desestabilización de sus taludes.

Incendios: los incendios pueden ser de orígenes eléctricos o provocados por la manipulación de combustibles.

Los líquidos inflamables, son factores que contribuyen a incendios causados por chispas o debido a la explosión, por concentración de vapores inflamables. Existen además riesgos de incendio en el proceso de abastecimiento de combustible para equipos y vehículos.

Los sistemas eléctricos para iluminación, energía, aire acondicionado y otros fines representan un riesgo de incendio y posibles lesiones personales cuando su instalación y mantenimiento es deficiente. el envejecimiento del equipo da por resultado el deterioro del aislante, y en algunos casos, la corrosión o fatiga de los mismos alambres.

La manipulación de líquidos inflamables es un factor que contribuye a la generación de incendios. La combustibilidad de las sustancias como el ACPM, constituye una amenaza de incendios.

Atentado: por condiciones de conflicto social pueden ocurrir atentados contra la infraestructura de la mina. Las áreas más vulnerables son, los sitios de almacenamiento de explosivos, combustibles y de almacenamiento del carbón.

BIBLIOGRAFÍA

ASSOCIATED MINING CONSULTANTS LTD. 1995. Proyecto de Desarrollo de Recursos Humanos, Colombia - Canada. Curso sobre el Diseño, Planeamiento, Dirección y Evaluación Eficiente de Minas (Minería Subterránea). Sogamoso, Boyacá.

CÓDIGO DE MINAS. Ley 685 de 2001.

CÓDIGO SANITARIO NACIONAL. Ley 09 de 1979; Ley 23 de 1973; Ley 99de 1993; Ley 141 de 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 1995. Licencias Ambientales. Evaluación Ambiental: Instrumento de Planificación. Bogotá D.C.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION – LEONEL VEGA. 1998. Gestión Medio Ambiental. Un Enfoque Sistémico para La Protección Global e Integral del Medio Ambiente. Bogotá D.C.

ECOCARBÓN. 1995. Control de Contaminación del Agua en la pequeña minería subterránea del carbón. Informe de Diagnóstico, Versión Preliminar. Alvaro Orozco Asociados Ingenieros. Santa Fe de Bogotá.

ECOCARBÓN. 1995. El Carbón, Normas Generales sobre Muestreo y Análisis de carbones. Santa Fe de Bogotá.

ECOCARBÓN. 1995. Selección del Sitio y Prediseño de un Patio de Acopio de carbón en Cúcuta. Bogotá.

ECOCARBÓN. 1996. Integración de Áreas de Pequeña Minería. Documento Ecocarbón – Conpec 03-96. Bogotá.

ECOCARBÓN. 1997. Manual de Puertos carboníferos. Héctor García Lozada, Consultor Ambiental. Santa Fe de Bogotá.

ECOCARBÓN. 1997. Manual para el Control de los factores de degradación ambiental en la minería subterránea del Carbón. Informe Final, Universidad Nacional, Medellín.

ECOCARBÓN. 1997. Minería Subterránea del Carbón. Santa Fe de Bogotá.

ECOCARBÓN. 1997. Guía Ambiental, Patios de Acopio de carbón. Santa Fe de Bogotá.

FAO. 1967. La Erosión del Suelo por el Agua. Roma.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1985. Manual de Conservación de Suelos de Ladera. CENICAFE, Chinchiná, Caldas.

GAYLE WODSIDE y PATRIC AURRICHIO. 2001. Auditoría de Sistemas de Gestión Medio Ambiental. Introducción a la Norma ISO 14001. Mc. Graw Hill. Madrid, España.

GOBERNACION DE CUNDINAMARCA – CAR. 2001. Plan de Manejo Ambiental. Guía. Minas Subterráneas de Carbón. Bogotá D.C.

GOBERNACION DE CUNDINAMARCA – CAR.2001. Plan de Manejo Ambiental. Guía. Patios de Acopio. Bogotá D.C.

INDERENA. 1975. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá D.C.

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. 1989. Manual de restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos ambientales en Minería. 2ª Edición, Madrid, España.

MINAMBIENTE - MINERCOL. 2001. Guía ambiental de Minería Subterránea de Carbón. Bogotá.

MINERCOL. 2001. Estadísticas Mineras. Centro de Documentación Minercol. Bogotá.

MINERCOL. 2001. Estrategias Sociales para la Implementación del Programa de Adecuación de Áreas Mineras del Carbón para Integración. Conferencia Mintrabajo – OIT – Minercol. Bogotá.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Marco Jurídico del derecho ambiental en Colombia. Tomo I. Ley 23 de 1973, Decreto Ley 2811 de 1974 y sus Decretos. Bogotá D.C. 1996.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Marco Jurídico del derecho ambiental en Colombia. Tomo II. Ley 9 de 1993 y sus decretos reglamentarios. Bogotá D.C. 1996.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2002. Manual de Tratados Internacionales en medio Ambiente y desarrollo Sostenible. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.1997. Política Nacional de Producción más Limpia. Bogotá, D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2001. Mesa Permanente de Participación Ciudadana y Comunitaria del sector Minero Energético. Boletín No. 1. Eje Conceptual. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2001. Mesa Permanente de Participación Ciudadana y Comunitaria del sector Minero Energético. Boletín No. 2. Eje Institucional. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2002. Mesa Permanente de Participación Ciudadana y Comunitaria del sector Minero Energético. Boletín No. 3. Eje Metodológico. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 1996. Normas para la Protección y Control de la Calidad del Aire. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – ICFES. 1997. Memorias del Primer Seminario Internacional. La evaluación Ambiental en el Contexto del desarrollo. . Cartagena de Indias.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA – MINERCOL. 2001. Guía Ambiental para Exploración Carbonífera. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA – MINERCOL. 2001. Guía Ambiental para Minería Subterránea de Carbón. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA – MINERCOL. 2001. Guía Ambiental para Minería a Cielo Abierto de Carbón. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA – MINERCOL. 2001. Guía Ambiental para Exploración Carbonífera. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA – MINERCOL. 2001. Guía Ambiental para Puertos Carboníferos. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA – MINERCOL. 2000. Gestión Ambiental en el Sector Carbonífero. Bogotá D.C.

PNUD – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2001. Planeación Participativa para el Desarrollo Humano sostenible. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 1999.Guía Ambiental para Proyectos de Transmisión de Energía Eléctrica. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – SENA.1999.Guía Ambiental para Termoeléctricas y Procesos de Cogeneración Parte Aire y Ruido. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – SENA. 1999.Guía Ambiental para Pequeña y mediana Minería de Oro. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – SENA - SECAB. 1999.Guía Ambiental de Actuaciones Urbanísticas. Bogotá D.C.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE – MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. 2002. Guía Minero Ambiental de Explotación. Bogotá D.C.

MINMINAS – MINAMBIENTE. 2002. Guía Minero – Ambiental, Exploración, Explotación, Beneficio y Transformación. Bogotá.

RODRIGUEZ E.; SÁNCHEZ C. 1991. Introducción a la Geología y Minería del Carbón para Ingenieros. Asociación de Ingenieros Civiles de la Universidad Nacional – Aicun. Bogotá.

UNEP-ICC-FIDIC. 1995. Manual de Capacitación sobre Sistemas de Manejo Ambiental. Versión diciembre de Traducido por la Cámara de Comercio de Bogotá.

WORLD COAL INSTITUTE. 2000. Coal, Power for progress. World Coal Institute.
United Kingdom.