

## **AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES**

### **TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN MINERA**

**BOGOTÁ D.C.  
2016**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO.....</b>	<b>9</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>21</b>
<b>1. OBJETIVOS .....</b>	<b>22</b>
<b>2. GENERALIDADES.....</b>	<b>22</b>
2.1 ANTECEDENTES.....	22
2.2 ALCANCES .....	23
2.3 METODOLOGÍA .....	23
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>24</b>
3.1 LOCALIZACIÓN .....	24
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO .....	25
3.2.1 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	25
3.2.2 RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN GEOLÓGICA.....	26
3.2.3 FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	27
3.3 Diseño del proyecto .....	27
3.3.1.1 Construcción y montaje .....	29
3.4 Beneficio y transformación de minerales .....	31
3.5 Insumos del proyecto.....	32
3.6 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto .....	33
3.6.1 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE SOBRANTES .....	34
3.6.2 RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS .....	35
3.6.3 PRODUCCIÓN Y COSTOS DEL PROYECTO.....	36
3.6.4 CRONOGRAMA DEL PROYECTO .....	36
3.6.5 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO .....	36
<b>4. ÁREAS DE INFLUENCIA.....</b>	<b>37</b>
4.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	37

4.2	DEFINICIÓN, IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	38
.....		38
<b>5.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</b>	<b>42</b>
5.1	MEDIO ABIÓTICO	42
5.1.1	GEOLOGÍA	42
5.1.1.1	Geología regional	42
5.1.1.2	Geología del yacimiento	43
5.1.1.3	Geoquímica del yacimiento	44
5.1.2	GEOMORFOLOGÍA	46
5.1.3	PAISAJE	47
5.1.4	SUELOS Y USO DE LA TIERRA	48
5.1.5	HIDROLOGÍA	49
5.1.5.1	Calidad del agua	51
5.1.5.2	Usos del agua	54
5.1.6	HIDROGEOLOGÍA	55
5.1.6.1	Evaluación geológica/ geofísica	56
5.1.6.2	Evaluación Hidráulica	58
5.1.6.3	Evaluación Hidrogeológica e Isotópica	59
5.1.6.4	Resultados del Modelo Hidrogeológico Conceptual	61
5.1.6.5	Modelo numérico del flujo de las aguas subterráneas	62
5.1.7	GEOTECNIA	65
5.1.8	ATMÓSFERA	69
5.1.8.1	Meteorología	69
5.1.8.2	Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas	70
5.1.8.3	Estimación de la emisión atmosférica	71
5.1.8.4	Calidad del aire	71
5.1.8.5	Modelación de Calidad del aire	72
5.1.8.6	Ruido y vibración	77
5.1.8.6.1	Inventario de fuentes de generación de ruido	77
5.1.8.6.2	Metodología de monitoreos	77
5.1.8.6.3	Presentación de informes	78
5.1.8.6.4	Vibraciones	78
5.2	MEDIO BIÓTICO	79
5.2.1	ECOSISTEMAS	80
5.2.2	ECOSISTEMAS TERRESTRES	81
5.2.2.1	Ecosistemas acuáticos	88

5.2.2.2 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas .....	89
5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO .....	90
5.3.1 PARTICIPACIÓN Y SOCIALIZACIÓN CON LAS COMUNIDADES .....	91
5.3.2 COMPONENTE DEMOGRÁFICO .....	94
5.3.3 COMPONENTE ESPACIAL.....	95
5.3.4 COMPONENTE ECONÓMICO.....	96
5.3.5 COMPONENTE CULTURAL .....	98
5.3.5.1 Comunidades no étnicas .....	98
5.3.5.2 Comunidades étnicas .....	99
5.3.6 COMPONENTE ARQUEOLÓGICO.....	101
5.3.7 COMPONENTE POLÍTICO-ORGANIZATIVO .....	102
5.3.7.1 Aspectos político - administrativos.....	102
5.3.7.2 Presencia institucional y organización comunitaria .....	102
5.3.8 TENDENCIAS DEL DESARROLLO .....	103
5.3.9 INFORMACIÓN SOBRE POBLACIÓN A REASENTAR.....	104
5.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS .....	106
<b>6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....</b>	<b>108</b>
<b>7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES.....</b>	<b>110</b>
7.1 AGUAS SUPERFICIALES .....	110
7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	112
7.3 VERTIMIENTOS.....	114
7.3.1 PARA VERTIMIENTOS EN CUERPOS DE AGUA .....	114
7.3.2 PARA VERTIMIENTOS EN SUELOS.....	118
7.4 OCUPACIONES DE CAUCES .....	119
7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL .....	120
7.6 EMISIONES ATMOSFÉRICAS (AIRE Y RUIDO) .....	122
7.6.1 FUENTES DE GENERACIÓN DE RUIDO.....	123
7.6.1.1 Inventario de fuentes potenciales y receptoras .....	123
7.6.1.2 Modelo de ruido .....	123
7.6.1.3 Metodología .....	123
7.6.1.4 Inventario de fuentes potenciales y receptores .....	123

7.6.1.5	Meteorología.....	123
7.6.1.6	Topografía (Modelo digital de elevación de terreno).....	123
7.6.1.7	Resultados.....	124
7.7	PERMISO DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD .....	124
7.8	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	126
<b>8.</b>	<b>EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>126</b>
8.1	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO .....	127
8.2	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO .....	128
8.3	EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL .....	128
<b>9.</b>	<b>ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>130</b>
<b>10.</b>	<b>PLANES Y PROGRAMAS .....</b>	<b>130</b>
10.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	130
10.1.1	PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL .....	131
10.1.2	PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO .....	133
10.1.2.1	Seguimiento y monitoreo a los planes y programas .....	133
10.1.2.2	Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio .....	133
10.1.3	PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO .....	134
10.1.3.1	Conocimiento del riesgo .....	135
10.1.3.2	Plan de reducción del riesgo .....	137
10.1.3.3	Manejo de la contingencia.....	137
10.1.4	PLAN DE CIERRE .....	139
10.1.4.1	Plan de Cierre Inicial .....	140
10.1.4.2	Plan de Cierre Progresivo .....	141
10.1.4.3	Plan de Cierre Temporal .....	142
10.1.4.4	Actualizaciones del Plan de Cierre .....	142
10.1.4.5	Plan Post – cierre .....	142
10.1.4.6	Áreas Contiguas o Vecinas .....	143
10.1.4.7	Participación Ciudadana.....	143
10.1.4.8	Consulta de las Normas Locales.....	143
10.1.4.9	Actualización Final del Plan de Cierre .....	144
10.1.4.10	Actividades de post-cierre .....	145
10.1.5	OTROS PLANES Y PROGRAMAS .....	145

10.1.5.1 Plan de inversión del 1% .....	145
10.1.6 PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD .....	146
<b>ANEXOS .....</b>	<b>148</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>149</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>151</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>153</b>

## LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

<b>ANLA:</b>	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
<b>CITES:</b>	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.
<b>DAMM:</b>	Drenaje Ácido y Metálico de Minas.
<b>DAMR:</b>	Drenaje Ácido y Metálico de Roca.
<b>DAP:</b>	Diámetro a la Altura del Pecho.
<b>DIN:</b>	Deutsches Institut für Normung.
<b>EIA:</b>	Estudio de Impacto Ambiental.
<b>EOT:</b>	Esquema de Ordenamiento Territorial.
<b>GDB:</b>	Modelo de Almacenamiento Geográfico de Datos.
<b>IAvH:</b>	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia.
<b>ICANH:</b>	Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
<b>IDEAM:</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
<b>IGAC:</b>	Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
<b>IIAP:</b>	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico.
<b>INVEMAR:</b>	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”.
<b>MINAMBIENTE:</b>	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
<b>NBI:</b>	Necesidades Básicas Insatisfechas.
<b>NORM:</b>	Material Radioactivo de Origen Natural.
<b>PBOT:</b>	Plan Básico de Ordenamiento Territorial.

<b>PET:</b>	Población en Edad de Trabajar.
<b>PGIRS:</b>	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
<b>PMA:</b>	Plan de Manejo Ambiental.
<b>PNN:</b>	Parques Nacionales Naturales.
<b>POMCA:</b>	Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas.
<b>POT:</b>	Plan de Ordenamiento Territorial.
<b>SIG:</b>	Sistema de Información Geográfica.
<b>SINAP:</b>	Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
<b>SINCHI:</b>	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI.
<b>TPD:</b>	Tráfico Promedio Diario.
<b>UICN:</b>	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
<b>VITAL:</b>	Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, administrado por la ANLA.

## CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

En este documento se presentan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (en adelante el EIA) para proyectos de explotación minera definidos en numeral 2 de los artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015, del Ministerio de Ambiente Desarrollo Sostenible, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue. Estos términos deben ser adaptados a la magnitud y particularidades del proyecto, sus fases de desarrollo y a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar.

El EIA debe ser elaborado en el marco del principio de desarrollo sostenible, y partiendo de la aplicación de buenas prácticas ambientales. El EIA debe realizarse con información de alto nivel científico y técnico, y acorde con las metodologías definidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (en adelante Minambiente), y lo establecido en los presentes términos de referencia.

Adicionalmente:

- La información cartográfica debe estar acorde con lo establecido en la Resolución 1415 de 2012 expedida por Minambiente, o aquella que la modifique, sustituya o derogue.
- El EIA debe ser entregado junto con la solicitud de la Licencia Ambiental a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea - VITAL de Minambiente administrada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, disponible en el siguiente vínculo: <http://vital.anla.gov.co/ventanillasilpa/>. Se debe incluir la información requerida en el artículo 2.2.2.3.6.2, Sección 3 Estudios Ambientales, Capítulo 3, del Decreto 1076 de 2015, o el que lo modifique, sustituya o derogue.
- En el momento en que la autoridad competente proponga y adopte diferentes metodologías, protocolos y lineamientos que se establezcan para la elaboración de Estudios Ambientales, el usuario debe acogerlos e implementarlos, de acuerdo al régimen de transición establecido en cada uno de ellos.

El EIA debe ser elaborado de acuerdo con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales<sup>1</sup>, acogida mediante Resolución 1503 de 2010, o aquellas normas que la modifiquen, sustituyan o deroguen.

---

<sup>1</sup> Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Metodología general para la presentación de estudios ambientales / Zapata P., Diana M., Londoño B Carlos A et ál. (Eds.) González H Claudia V. Idárraga A Jorge.; Poveda G Amanda.; et ál. (Textos). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. 72 p.

Se debe considerar que la explotación minera con uso de mercurio está prohibida a partir de julio de 2018, de acuerdo a la Ley 1658 de 2013.

## GLOSARIO

Para la aplicación de los presentes términos de referencia se tendrá en cuenta el siguiente glosario<sup>2</sup>:

- **Anomalía geoquímica:** 1. Desviación de los patrones geoquímicos que son normales para un área o ambiente determinado; manifestada como desviación positiva o negativa de los patrones normales de concentración de uno o más elementos en materiales naturales (suelos, rocas, aguas, sedimentos, materiales bióticos y otros) en un área o región geográfica dada. 2. Variación de la distribución geoquímica normal para un área o un ambiente determinado. <sup>[1]</sup>
- **Abandono** (industria minera): fase del Ciclo Minero durante la cual tiene lugar la disminución gradual de la producción, la elaboración del plan de cierre de la mina, el retiro de los equipos mineros, la disposición de activos y excedentes, el cierre y la restauración de las excavaciones mineras, y las actividades para la prevención y la mitigación de los impactos ambientales por el cierre de la operación.
- **Abatimiento del nivel de agua:** descenso del nivel del agua subterránea observado en pozos de extracción, medido en metros y centímetros en un tiempo dado. <sup>[2]</sup>
- **Acuífero** 1. Formaciones rocosas que contienen agua en cantidades recuperables. 2. Zona terrestre con rocas permeables capaces de retener cantidades de agua que pueden ser explotables. Si su parte superficial está en contacto con la atmósfera, se denomina acuífero libre; si está cubierto por rocas impermeables y el agua retenida está a presión mayor que la atmosférica, se denomina acuífero confinado. <sup>[3]</sup>
- **Aguas ácidas:** se forman por meteorización de minerales sulfurosos, simultáneamente a la acción catalizadora de bacterias. <sup>[4]</sup>
- **Agua de drenaje de mina:** aguas que se bombean de los frentes de trabajo de minería, bien sea a cielo abierto o subterráneas. <sup>[5]</sup>
- **Agua subterránea:** el agua subterránea es el agua del subsuelo, que ocupa la zona saturada. <sup>[6]</sup>
- **Alcance del proyecto, obra o actividad:** para efectos del trámite de licenciamiento, un proyecto, obra o actividad incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, finalización y/o

---

<sup>2</sup> Las referencias para esta sección se encuentran al final del documento, en el ítem de Bibliografía.

terminación de todas las acciones, actividades e infraestructura relacionada y asociada con las etapas de desarrollo, incluido el cierre y abandono de minas. <sup>[7]</sup>

- **Aluvión:** depósitos dejados por las corrientes aluviales. Ocurren cuando la corriente pierde capacidad de carga de sedimentos y no los puede transportar y los deposita. Cubre todos los tamaños de grano. La acumulación puede ocurrir dentro o fuera del cauce. <sup>[8]</sup>
- **Amenaza:** peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales. <sup>[9]</sup>
- **Área de influencia:** área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí.
- **Beneficio de minerales:** consiste en el proceso de separación, molienda, trituración, lavado, concentración y otras operaciones similares, a que se somete el mineral extraído para su posterior utilización o transformación. <sup>[10]</sup>
- **Berma:** cara superior de un escalón (banco) de una explotación a cielo abierto construido para ser utilizado como vía de acceso, como barrera para detener rocas o material suelto desprendido o para mejorar la estabilidad del talud. <sup>[11]</sup>
- **Biodiversidad:** variabilidad de organismos vivos, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende también la diversidad genética dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas. <sup>[12]</sup> Esta definición permite entender la biodiversidad como un sistema, territorialmente explícito, que se caracteriza no sólo por tener estructura, composición (expresado en los diversos arreglos de los niveles de organización de la biodiversidad, desde los genes hasta los ecosistemas) y un funcionamiento entre estos niveles, sino que también tiene una relación estrecha e interdependiente con los beneficios que pueden proveer a los seres humanos a través de un conjunto de procesos ecológicos que han sido establecidos como servicios ecosistémicos, los cuales incluyen categorías de soporte, aprovisionamiento, regulación y cultura (ver definición de servicios ecosistémicos) para

el desarrollo de los diferentes sistemas culturales humanos en todas sus dimensiones (político, social, económico, tecnológico, simbólico, mítico y religioso).<sup>[13]</sup>

- **Cantera:** se entiende por cantera el sistema de explotación a cielo abierto para extraer de rocas o minerales no disgregados, utilizados como material de construcción.<sup>[14]</sup>

**Canteras de formación de aluvión:** llamadas también canteras aluviales. Corresponden a las canteras situadas en las laderas de ríos, donde estos, como agentes naturales de erosión, transportan durante grandes recorridos las rocas y aprovechan su energía cinética para depositarlas en zonas de menor potencialidad para formar grandes depósitos de estos materiales entre los cuales se encuentran desde cantos rodados y gravas hasta arena, limos y arcillas. Dentro del entorno ambiental una cantera de aluvión tiene mayor aceptación en terrazas alejadas del área de influencia del cauce que directamente sobre él. En las canteras de río, los materiales granulares que se encuentran son muy competentes en obras civiles, debido a que el continuo paso y transporte del agua desgasta los materiales y al final quedan aquellos que tienen mayor dureza y, además, con características geométricas típicas como sus aristas redondeadas. Estos materiales son extraídos con palas mecánicas y cargadores de las riberas y cauces de los ríos.<sup>[15]</sup>

- **Centros poblados:** concentraciones de edificaciones conformadas por veinte (20) o más viviendas contiguas o adosadas entre sí. Corresponde a los caseríos, inspecciones de policía y corregimientos pertenecientes al área rural del municipio.<sup>[16]</sup>
- **Colas:** material resultante de procesos de lixiviación y concentración de minerales que contiene muy poco metal valioso. Pueden ser nuevamente tratadas o desechadas.<sup>[17]</sup>
- **Componentes:** aspectos ambientales que constituyen un medio (abiótico, biótico o socioeconómico) como, por ejemplo, componente atmosférico, hidrológico, faunístico, demográfico, entre otros.
- **Componente litosférico:** elementos que componen la corteza terrestre. Incluye las formaciones rocosas, los cuerpos detríticos sin consolidar y los cuerpos de aguas subterráneas.
- **Conflicto ambiental:** controversias de intereses o valores que se pueden presentar entre dos o más personas (naturales o jurídicas) que pretendan hacer uso de un mismo territorio o recurso natural.<sup>[18]</sup>
- **Cuenca hidrográfica:** entiéndase por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios

cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.<sup>[19]</sup>

- **Depósito de placer:** 1. Depósito mineral detrítico formado por la acción de agua corriente o viento. Los depósitos más comunes son de oro, diamante y casiterita. 2. Masa de grava, arena o material similar que contiene minerales valiosos; oro, plata, platino, estaño, entre otros, que han sido “liberados” de rocas y vetas. 3. Depósitos de minerales que han sido arrastrados por los ríos y se encuentran en sus lechos secos.<sup>[20]</sup>
- **Desarrollo sostenible:** tipo de desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación, promueve el crecimiento económico, la equidad social, la modificación constructiva de los ecosistemas y el mantenimiento de la base de los recursos naturales, sin deteriorar el medio ambiente y sin afectar el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para satisfacer sus propias necesidades.<sup>[21]</sup>
- **Ecosistema:** unidad estructural, funcional y de organización, constituida por organismos (incluido el hombre) y variables ambientales (bióticas y abióticas) en un área determinada.<sup>[22]</sup>
- **Elemento traza:** elemento presente, en materiales naturales de la corteza terrestre, en concentraciones muy pequeñas, convencionalmente se consideran concentraciones menores de 0,1% o 100 pm y con frecuencia menores de 0,001%.<sup>[23]</sup>
- **Emergencia:** situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que requiere la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general.<sup>[24]</sup>
- **Escombrera:** 1. Depósito donde se disponen de manera ordenada los materiales o residuos no aprovechables (estériles) procedentes de las labores de extracción minera. 2. Lugar seleccionado para depositar la capa vegetal, estériles y otros desechos sólidos provenientes de la explotación o el beneficio de los minerales.<sup>[25]</sup>
- **Escombros (industria minera):** 1. Material o roca que fueron rotos mediante la voladura. 2. Material de suelo, arena, arcilla o limo, inconsolidados, encontrados como material de recubrimiento en las operaciones de minería a cielo abierto. 3. Material estéril producido en una mina.<sup>[26]</sup>
- **Escoria:** Masa vítrea de baja densidad resultante de los procesos de fusión y refinación de metales, que contiene la mayor parte de las impurezas de la materia

prima. [27]

- **Estéril:** 1. Se dice de la roca o del material de vena que prácticamente no contiene minerales de valor recuperables, que acompañan a los minerales de valor y que es necesario remover durante la operación minera para extraer el mineral útil. 2. En carbones, del estrato sin carbón, o que contiene mantos de carbón muy delgados para ser minados. 3. En depósitos minerales lixiviados, se dice de una solución de la cual los minerales de valor disueltos han sido removidos por precipitación, intercambio de iones, o por ex- tracción por solventes. 4. Escombros que se forman cuando se explotan las minas. En las explotaciones mineras se utiliza el mineral aprovechable, pero el resto del material que acompaña al mineral y no es útil (ganga) se deja acumulado cerca de las galerías o explotaciones mineras en forma de derrubios. 5. Material sin valor económico que cubre o es adyacente a un depósito de mineral y que debe ser removido antes de extraer el mineral. [28]
- **Estructura del ecosistema:** suma del hábitat y la biocenosis. El hábitat se define como un área con condiciones físicas uniformes que permiten que se desarrollen las comunidades biológicas. La biocenosis es la coexistencia de las comunidades biológicas en una misma área. [29]
- **Funcionalidad del ecosistema:** capacidad de los procesos y componentes naturales de proporcionar los bienes y servicios que satisfacen directa o indirectamente las necesidades del ser humano. En este mismo sentido los ecosistemas pueden ser analizados desde el concepto de servicio ecológico o servicio ecosistémico. [30]
- **Ganga:** 1. Minerales que no presentan interés económico en un yacimiento, aquella parte de una mena que no es económicamente deseable, pero que no puede ser desechada en minería. Ella es separada de los minerales de mena durante los procesos de concentración. Este concepto se opone al de mena. Es el material estéril o inútil que acompaña al mineral que se explota. Generalmente son minerales no metálicos, o bien la roca encajante y muy ocasionalmente pueden ser minerales metálicos. Los minerales de ganga son aquellos que no son beneficiables, pero en algunos casos estos minerales pueden llegar a ser económica- mente explotables (al conocerse alguna aplicación nueva para los mismos) y, por lo tanto, dejarían de ser ganga, por ejemplo, el mineral de ganga es galena. 2. La roca de derroche que rodea un depósito de mineral; también la materia de menor concentración en un mineral. [31]
- **Impactos acumulativos:** son aquellos que resultan de efectos sucesivos, incrementales, y/o combinados de proyectos, obras o actividades cuando se suman a otros impactos existentes, planeados y/o futuros razonablemente anticipados. Para efectos prácticos, la identificación, análisis y manejo de impactos acumulativos se debe

orientar a aquellos que sean reconocidos como significativos, que se manifiestan en diversas escalas espacio-temporales. [32]

- **Impacto ambiental:** Cualquier alteración sobre el medio ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico), que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad. [33]
- **Impactos residuales:** Impactos cuyos efectos persistirán en el ambiente, luego de aplicadas las medidas de prevención, minimización y mitigación, razón por la cual se deben aplicar medidas de compensación.
- **Impactos sinérgicos:** Son el resultado de las relaciones complejas entre impactos de un mismo proyecto o de varios proyectos. Un impacto sinérgico puede evidenciarse cuando el efecto combinado de dos impactos sea mayor que su suma o cuando estos facilitan la aparición de un tercer impacto. [34]
- **Infraestructura minera:** Conjunto de bienes, instalaciones y servicios establecidos (agua, pozos sépticos, acueducto, energía, otros), básicos para el normal desarrollo de una operación minera. La infraestructura minera, como un todo, constituye un gran sistema compuesto por subsistemas, que deben considerarse desde diferentes puntos de vista y no exclusivamente desde el económico. Un subsistema importante es, por ejemplo, el transporte, que está compuesto por caminos, carreteras, vías férreas, aeropuertos, puertos, entre otros, e incluye vehículos, instalaciones y otros muchos bienes más y, desde luego organizaciones que incluyen a las personas que las manejan. [35]
- **Medidas de compensación:** Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, o mitigados. [36]
- **Medidas de corrección:** Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad. [37]
- **Medidas de mitigación:** Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente. [38]
- **Medidas de prevención:** Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente. [39]

- **Medio:** División general que se realiza del ambiente para un mejor análisis y entendimiento del mismo. En el contexto de los estudios ambientales corresponde al abiótico, biótico y socioeconómico.

**Medio ambiente:** Es todo aquello que rodea al ser humano y que comprende elementos naturales, tanto físicos como biológicos, elementos artificiales y elementos sociales y las interacciones de éstos entre sí. <sup>[40]</sup>

- **Mena:** mineral de base del que es posible extraer otro mineral de mayor pureza e importancia económica. La molibdenita (sulfuro de molibdeno), por ejemplo, es la principal mena del molibdeno. 2. Minerales que presentan interés económico en un yacimiento. Este concepto se opone al de ganga. En general, es un término que se refiere a minerales metálicos y que designa al mineral del que se extrae el elemento de interés. Para poder aprovechar mejor la mena, suele ser necesario su tratamiento, que en general comprende dos etapas: el tratamiento en el sitio de mina para aumentar la concentración del mineral en cuestión (procesos siderometalúrgicos, flotación, entre otros), y el tratamiento metalúrgico, que permita extraer el elemento químico en cuestión (tostación, electrólisis, entre otros). <sup>[41]</sup>
- **Mitigación del riesgo:** Medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente. <sup>[42]</sup>
- **Paisaje fisiográfico:** Porción del espacio geográfico homogénea en términos del relieve, y de este en relación con otros factores físicos como el clima, los suelos y la geología. El paisaje fisiográfico se establece dentro de un gran paisaje, con base en su morfología específica, a la cual se le adicionan como atributos la litología y la edad (muy antiguo, sub-reciente, reciente, actual). <sup>[43]</sup>

**Plan de desmantelamiento y clausura de la mina:** Plan que se pone en marcha tras finalizar la vida productiva de las explotaciones mineras, el cual incluye el desmantelamiento y la demolición de las instalaciones que no cumplen ninguna función, el acondicionamiento de las bocaminas y los tambores de ventilación, y la restauración de los depósitos de estériles, con miras a eliminar posibles fuentes de contaminación de las aguas, riesgos de accidentes, erosión de los terrenos, entre otros. <sup>[44]</sup>

- **Plan de Manejo Ambiental:** Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se

causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.

- **Prevención de riesgo:** Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible. <sup>[45]</sup>
- **Recolección de especímenes:** Consiste en los procesos de captura y/o remoción o extracción temporal o definitiva del medio natural de especímenes de la diversidad biológica, para la realización de inventarios y caracterizaciones que permitan el levantamiento de línea base de los estudios ambientales. <sup>[46]</sup>
- **Recursos hidrobiológicos:** Todo tipo de especies de fauna y flora silvestre u organismo en cualquier fase de su desarrollo, que cumplen la mayor parte de su ciclo biológico en el agua y no necesariamente susceptibles de aprovechamiento económico en el país. / Todos los organismos pertenecientes a los reinos animal y vegetal que tienen su ciclo de vida total dentro del medio acuático.

**Reducción del riesgo:** Es el proceso de la gestión del riesgo, está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo y a evitar nuevo riesgo en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo. Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera. <sup>[47]</sup>

- **Riesgo Ambiental:** es toda aquella circunstancia o factor que conlleve a la posibilidad de un daño para el ambiente.
- **Riesgo Antrópico:** es el que está relacionado con las operaciones industriales que pueden generar una emergencia ambiental. <sup>[48]</sup>
- **Riesgo natural:** es el que se deriva de un peligro o amenaza hidrometeorológica, geológica o biológica. <sup>[49]</sup>

- **Sensibilidad ambiental:** se entiende como el potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos debidos a las **actividades** de intervención antrópica del medio o debido a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente. <sup>[50]</sup>
- **Servicios ecosistémicos:** beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad. <sup>[51]</sup>
- **Servicios ecosistémicos culturales:** beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas. <sup>[52]</sup>
- **Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento:** bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas, como alimentos, fibras, madera, agua y recursos genéticos. <sup>[53]</sup>
- **Servicios ecosistémicos de regulación:** beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la purificación del agua. <sup>[54]</sup>
- **Servicios ecosistémicos de soporte:** servicios y procesos ecológicos necesarios para el aprovisionamiento y existencia de los demás servicios ecosistémicos, entre estos se incluyen, la producción primaria, la formación del suelo y el ciclado de nutrientes, entre otros. <sup>[55]</sup>
- **Suelo:** bien natural finito y componente fundamental del ambiente, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y micro-organismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones y prestando servicios ecosistémicos vitales para la sociedad y el planeta. <sup>[56]</sup>
- **Tenor:** porcentaje neto de mineral económicamente recuperable de una mena. <sup>[57]</sup>
- **Tramo homogéneo para captación y/o vertimiento:** sector del cuerpo de agua que tiene condiciones similares en sus características fisicoquímicas, hidrobiológicas, hidráulicas, hidrológicas, de cobertura vegetal, y de uso. <sup>[58]</sup>
- **Tramo homogéneo para ocupación de cauce:** sector de un cuerpo de agua con características similares en estabilidad de márgenes, características hidráulicas,

hidrológicas, y de cobertura vegetal, a lo largo del cual la intervención del cauce causaría un impacto similar. <sup>[59]</sup>

- **Unidad social:** persona(s) que guardan una relación de dependencia legal, física o económica con relación a un inmueble. <sup>[60]</sup>
- **Unidad social residente:** persona sola, o aquellas unidas o no por lazos de parentesco, que habitan una vivienda, entendiéndose por “habitar una vivienda”, la residencia permanente para la satisfacción de necesidades básicas como alojamiento y consumo de al menos una de las comidas. <sup>[61]</sup>
- **Unidad social productiva:** corresponde a la persona natural o jurídica que desarrolla de manera permanente actividades productivas, entendidas como aquellas relacionadas con la producción y/o comercialización de bienes y servicios generadores de ingresos, dentro de un inmueble específico, contando con una infraestructura mínima para su funcionamiento, como equipos o estanterías. <sup>[62]</sup>
- **Unidad territorial:** delimitación del territorio que constituye una unidad de análisis seleccionada dependiendo del nivel de detalle con el que se requiera la información. Esta unidad se aplica para la definición del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, y puede coincidir con la división político-administrativa de los entes territoriales reconocidos legalmente, o responder a una adopción social reconocida por la misma comunidad.
- **Vulnerabilidad:** susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos. <sup>[63]</sup>
- **Yacimiento mineral:** es una acumulación natural de una sustancia mineral o fósil, cuya concentración excede el contenido normal de una sustancia en la corteza terrestre (que se encuentra en el subsuelo o en la superficie terrestre) y cuyo volumen es tal que resulta interesante desde el punto de vista económico, utilizable como materia prima o como fuente de energía. 2. Es una concentración de elementos minerales, cuyo grado de concentración o ley mineral hace que sea económicamente rentable su explotación. 3. Lugar donde se encuentra una sustancia o unos objetos determinados, por ejemplo, yacimiento de minerales, yacimiento de petróleo, yacimiento de fósiles. <sup>[56]</sup>

El Estudio de Impacto Ambiental debe contener:

## RESUMEN EJECUTIVO

Se debe presentar un resumen ejecutivo del Estudio, el cual debe incluir como mínimo:

- Síntesis del proyecto en donde se establecen las características relevantes de las obras y acciones básicas de la construcción y operación.
- Fases de desarrollo que incluye la solicitud (de explotación, beneficio, transformación y/o transporte de los recursos minerales), indicando además si corresponde a licencia ambiental o modificación.
- Localización, extensión y características principales de las áreas de influencia por componentes.
- Indicar, si aplica, información general sobre el reasentamiento de población.
- Necesidades de uso y/o aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables.
- Método de evaluación ambiental de impactos utilizado, jerarquización y cuantificación de los impactos ambientales significativos.
- Zonificación ambiental.
- Zonificación de manejo ambiental.
- Breve reseña del Plan de Manejo Ambiental – PMA.
- Resumen del Plan de Inversión del 1% en los casos en que aplique.
- Resumen del Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad.
- Principales riesgos identificados.
- Costo total estimado del proyecto.
- Costo total aproximado de la implementación del PMA.
- Cronograma general estimado de ejecución del proyecto.
- Cronograma general estimado de ejecución del PMA concordante con la ejecución del proyecto.
- Actividades a seguir en la fase de desmantelamiento, cierre y pos cierre minero.

El resumen ejecutivo debe ser una síntesis de los principales elementos del EIA, de tal forma que permita a la autoridad ambiental tener una visión general del proyecto, las particularidades del medio donde se pretende desarrollar, los impactos ambientales y los programas ambientales identificados para su manejo.

## **1. OBJETIVOS**

Se deben definir los objetivos generales y específicos del EIA y de la gestión ambiental del proyecto minero en su integridad (incluidas actividades conexas).

## **2. GENERALIDADES**

### **2.1 ANTECEDENTES**

Se deben presentar los aspectos relevantes del proyecto previos a la elaboración del EIA, incluyendo justificación; estudios e investigaciones previas; radicación de solicitudes de sustracción de reservas forestales de Ley 2 de 1959 y/o de levantamiento de vedas (si aplica); trámites anteriores ante autoridades competentes; identificación de acciones de ordenamiento ambiental y territorial, áreas del SINAP y SIRAP; ecosistemas estratégicos y áreas ambientalmente sensibles, conceptos de compatibilidad en Distritos de Manejo Integrado y en zonificación de manglares; identificación, de áreas declaradas excluibles de la minería, establecidas mediante el Artículo 34 de la Ley 685 de 2001 del Ministerio de Minas y Energía, en caso de que existan; ubicación de otros proyectos en las áreas de influencia (proyectos de interés nacional y regional o solicitudes de formalización minera); y otros aspectos que se consideren pertinentes.

Asimismo, se debe incluir en los antecedentes la información correspondiente a las actividades de exploración (pozos estratigráficos, sísmica, sondeos eléctricos verticales, entre otros) en caso de que se esté desarrollando o se tenga proyectado desarrollar dicha actividad en el área a licenciar para el proyecto minero.

Adicionalmente se debe incluir, en caso de que aplique, el número del acto administrativo que otorga el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales, de acuerdo con la Sección 2, Capítulo 9, Título 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 de Minambiente o el que lo modifique, sustituya o derogue.

Se deben establecer las potenciales implicaciones del proyecto en relación con las políticas, planes, programas y proyectos, que, a nivel nacional, departamental y municipal, estén contemplados en las áreas de influencia, con el propósito de evaluar posibles superposiciones, especialmente con proyectos de interés nacional y regional que se pretendan construir en la región.

Se debe relacionar el marco normativo vigente considerado para la elaboración del EIA, teniendo en cuenta las áreas de manejo especial, áreas protegidas, zonas con régimen

jurídico especial, tratados y acuerdos internacionales que tengan vigencia en las áreas de influencia y que puedan tener incidencia sobre fronteras, y las comunidades territorialmente asentadas en las áreas de influencia de los componentes del medio socioeconómico, desde la perspectiva de la participación que le confiere la Constitución Nacional, la Ley 99 de 1993, la Ley 70 de 1993, la Ley 21 de 1991 y las demás leyes o normas que apliquen.

Actividades previas, al proyecto, que se desarrollan en el área de estudio, es decir, uso del suelo, actividades económicas predominantes, si existen otros proyectos con fines extractivos, entre otros, esto con el propósito de que esta información sirva de base para la valoración de impactos ambientales a nivel biótico, abiótico y social

## 2.2 ALCANCES

- **Alcance:** el alcance del EIA debe atender lo establecido en los presentes términos de referencia de acuerdo a la pertinencia de los mismos respecto al proyecto minero, de igual manera debe verificar que no queden excluidos aspectos que puedan afectar y/o producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al ambiente, o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje.
- **Limitaciones y/o restricciones del EIA:** cuando por razones técnicas y/o jurídicas no pueda ser incluido algún aspecto específico exigido en los presentes términos de referencia, esta situación debe ser informada explícitamente, presentando la respectiva justificación.

Se deben identificar y delimitar los vacíos de información en los diferentes medios (abiótico, biótico y socioeconómico) y la manera como se abordarán en el EIA.

## 2.3 METODOLOGÍA

Se deben presentar las diferentes metodologías, completas y detalladas, utilizadas para la elaboración del EIA, incluyendo los procedimientos de recolección, el procesamiento y análisis de la información; sus memorias de cálculo y el grado de incertidumbre de cada una de ellas, así como las fechas o períodos a los que corresponde el levantamiento de información para cada componente y medio. Se debe utilizar información primaria y secundaria, de acuerdo con los términos de referencia y con las técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el EIA.

Para tal efecto, el interesado debe basarse en los criterios incluidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales expedida por el Ministerio de

Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante Resolución 1503 de 4 de agosto de 2010, modificada para el componente geográfico mediante la Resolución 1415 de 17 de agosto de 2012 de Minambiente, o aquellas normas que la modifiquen, sustituyan o deroguen; no obstante, de ser necesario, o por la especificidad de los temas se podrá recurrir a procedimientos metodológicos acordes con las variables a medir.

Las imágenes de sensores remotos (imágenes satelitales, de radar, lidar, ortofotografías, etc.), utilizadas como insumo para la elaboración de cartografía y caracterización ambiental, deben tener una resolución equivalente a 1/3 de la escala (la escala corresponde a 1:25.000 y su temporalidad no debe superar los tres (3) años.). En caso de no encontrarse este tipo de insumos, se puede utilizar una fuente de mayor temporalidad, argumentando las carencias de esta información.

Se debe incluir un glosario de la terminología técnica específica que se utilice en el EIA.

Se debe incluir la información del consultor encargado de la elaboración del EIA y relacionar los profesionales que participaron en el mismo, especificando la respectiva disciplina.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

Se debe presentar de manera esquemática la localización geográfica y político-administrativa (departamental, municipal y corregimental; en los casos que aplique incorporar el ámbito veredal), que permita dimensionar y ubicar el proyecto en el entorno geográfico. Asimismo, se debe localizar el área del proyecto minero en un mapa georreferenciado en coordenadas planas (*datum magna sirgas*) a escala 1:25.000 o más detallada, que permita la adecuada lectura de la información, cumpliendo con los estándares de cartografía base del IGAC, así como con los catálogos de objetos.

El mapa de localización debe incluir entre otros, los siguientes aspectos de información básica:

- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Accidentes geográficos
- Asentamientos humanos
- Equipamientos colectivos

- Georreferenciación de áreas de extracción, beneficio, descarga dentro del proyecto y de los sitios de disposición de sobrantes del proceso minero.
- Identificación de la superposición con actividades mineras dentro del título del proyecto.
- Georreferenciación de los sitios de disposición de sobrantes<sup>3</sup> del proceso minero

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Se deben especificar las características técnicas del proyecto en las diferentes fases, acompañándolas de los respectivos diseños<sup>4</sup> de la infraestructura a construir y/o adecuar.

En caso de que la empresa desarrolle o proyecte la ejecución de actividades de exploración sísmica con o sin vías dentro del área objeto de la solicitud de licencia ambiental y haya obtenido de la autoridad ambiental regional los respectivos permisos de uso o aprovechamiento de recursos naturales renovables, necesarios para la ejecución de dicha actividad, se debe relacionar dentro de la descripción del proyecto la información correspondiente a dicha exploración sísmica incluyendo la respectiva cartografía con el alineamiento de las líneas y la ubicación de todas las obras e infraestructura de apoyo requerida para el desarrollo de dicha actividad.

Igualmente, se debe informar la duración del proyecto y presentar el cronograma estimado de actividades, los costos estimados y la estructura organizacional del mismo.

Se deben describir, dimensionar y ubicar en planos o mapas (planta, perfil y cortes típicos), los siguientes aspectos para las diferentes fases del proyecto:

#### 3.2.1 Infraestructura existente

Se deben identificar las vías, líneas férreas y otra infraestructura asociada, situada en el área del proyecto y describir:

- Tipo y clasificación de vías carreteras, líneas férreas y otra infraestructura asociada a éstas.
- Estado actual de las vías e infraestructura de transporte que va a ser utilizada o modificada por el proyecto.

---

<sup>3</sup> Se entiende como sobrantes las colas, escombros, escorias, estéril, relaves u otros resultados de todo el proceso minero.

<sup>4</sup> Se entenderá por diseño, al nivel de ingeniería solicitado, a través del cual se debe tener una resolución clara de cómo serán las obras, incluyendo las dimensiones generales, el cronograma de construcción, los insumos y lugar de emplazamiento de las mismas.

- Infraestructura social y/o productiva asociada o no al proyecto, como centros poblados, zonas de interés turístico, escuelas, centros de salud, entre otros.

La información sobre la infraestructura existente debe presentarse en planos a escala 1:10.000 o más detallada.

### **3.2.2 Resultados de la exploración geológica**

- Se debe incluir el resumen de las características del yacimiento minero obtenido en la fase de exploración, relacionando los siguientes aspectos:
  - Descripción de las labores de investigación superficiales y/o subterráneas realizadas, incluyendo: afloramientos, sondeos, túneles, apiques, trincheras, etc.
  - Características físico-químicas de las rocas predominantes (útil y estéril).
  - Descripción de minerales o componentes de suelo o subsuelo susceptibles de ser liberados mediante la actividad minera, incluidos metales pesados, sulfuros, arsénico, etc., ya sea que formen parte de la ganga o mena.
  - Tamaño, forma, posición y características mineralógicas del yacimiento.
  - Tipo o clase de reservas: medidas, indicadas e inferidas.
  - Cuantificación de los volúmenes de reservas mineras, producción anual proyectada y vida probable del proyecto.
  - Cuantificación de los volúmenes de sobrantes a remover, incluyendo la ganga o mena.
  - Balance de masas de elementos químicos que coexistan con los metales de interés económico y que puedan representar riesgos para comunidades y ambiente, como el caso de arsénico y antimonio. Descripción del flujo y comportamiento de estas sustancias a lo largo de todas las fases del proceso minero.
  - Establecimiento de un modelo predictivo basado en la caracterización mineralógica del yacimiento y las operaciones unitarias a implementar, de los metales y sustancias químicas adicionales que pueden presentarse como subproductos del proceso (por ejemplo, obtención de mercurio como subproducto del beneficio de oro). Determinar la posibilidad de obtención de concentrados mineralógicos de interés, objeto de comercialización.
- Se debe presentar la cartografía geológica (incluidos los perfiles) con la información litológica y estructural, en donde se identifiquen y definan claramente las unidades objeto de explotación, las rocas encajantes (tales como depósitos aluviales, coluviales, terrazas y otros) que puedan verse afectadas por el desarrollo del proyecto minero y el área del título minero, de manera que se pueda realizar una lectura rápida y adecuada de las condiciones estratigráficas y estructurales del área.

- Se debe presentar la cartografía en plano y cortes de la ubicación (realizada y/o proyectada) de todas las actividades de exploración geológica, con el fin de establecer la dinámica de las aguas subterráneas, previo a la explotación minera.

### **3.2.3 Fases y actividades del proyecto**

Se debe incluir la descripción de cada una de las fases bajo las cuales se desarrollará el proyecto, incluyendo las actividades previas, de construcción y montaje, explotación, así como las de desmantelamiento, restauración final, abandono y/o terminación de las instalaciones temporales utilizadas.

## **3.3 DISEÑO DEL PROYECTO**

Se debe presentar la descripción de las características técnicas del proyecto, de acuerdo con el Programa de Trabajos y Obras de Explotación presentado para la aprobación de la autoridad concedente, lo cual se presentará con la misma escala del PTO, según la Resolución 4 0600 del 27 de mayo de 2015, de Minminas. Por medio de la cual se establecen requisitos y especificaciones de orden técnico minero para la presentación de planos y mapas aplicados a la minería o lo que se precise en estos términos de referencia para el EIA.

- Se debe presentar un mapa a escala 1:5.000<sup>5</sup> o más detallada, con la distribución de las áreas en donde se propone el desarrollo de los trabajos y obras de explotación, así como las obras estrictamente necesarias para el beneficio, transporte interno y servicios de apoyo, teniendo en cuenta la clasificación de áreas que se relacionan a continuación:
  - **Áreas de explotación:** Por estas áreas se entienden las correspondientes a las excavaciones necesarias para la extracción del mineral de interés junto con el estéril. Se debe identificar la geometría general de la explotación, indicando el avance anual proyectado.

Se presentará la proyección minera en un plano horizontal acompañada de perfiles o cortes representativos que permitan visualizar la aproximación a un modelo 3D generalizado de la explotación.

---

<sup>5</sup> Se toma como referencia la Resolución 4 0600 del 27 de mayo de 2015, de Minminas. Por medio de la cual se establecen requisitos y especificaciones de orden técnico minero para la presentación de planos y mapas aplicados a la minería (numeral 2.4)

- **Áreas de beneficio y transformación de minerales:** Se debe identificar claramente en la cartografía el sitio de ubicación de las plantas de beneficio y/o transformación mineral.

**Material sobrante del proceso minero:** se debe realizar cuantificación y caracterización química de los materiales sobrantes, entre ellos los metales pesados y sustancias químicas peligrosas que puedan surgir, tanto de los frentes de explotación, del proceso de beneficio, de la transformación, lixiviados resultantes, y demás procesos químicos contaminantes que puedan presentarse durante el tiempo de funcionamiento de las zonas dedicadas a la disposición temporal o definitiva de los sobrantes del proceso minero.

- **Áreas para manejo de material sobrante:** Se presentará la ubicación de las áreas destinadas a la disposición del material sobrante resultante de la explotación, diferenciándolos de acuerdo con las alternativas de disposición proyectadas. Además, las características del terreno con fin de disposición de sobrantes incluyendo: nivel freático del suelo, textura, importancia ecológica de la zona entre otros.
- **Instalaciones de soporte minero:** Son todas las áreas directamente implicadas en las operaciones unitarias y auxiliares de minería, que incluye las zonas de instalaciones de soporte (talleres, bodegas, oficinas, viviendas, entre otras), áreas para el suministro, tratamiento y distribución de agua potable, disposición y tratamiento de aguas residuales (domésticas, industriales y ácidas) y residuos (ordinarios, industriales no peligrosos y peligrosos); drenajes para la evacuación de las aguas lluvias; áreas para depósito y distribución de combustible; polvorines; sitios para el almacenamiento de suelos y material vegetal, entre otros.

Asimismo, se debe identificar en el plano la infraestructura existente y proyectada para movilizar el mineral y el material sobrante en el área contratada y hasta el sitio de embarque del mineral (en caso de que aplique).

Para el caso de los trayectos de vías externas, y en caso de ser necesario, estos se podrán presentar en mapas independientes a una escala adecuada de manera que se puedan dimensionar y ubicar en el entorno geográfico.

- **Diseño y planteamiento de la explotación**

- Sistema y método de explotación, así como la descripción de las operaciones unitarias (preparación del frente, arranque, cargue, transporte interno, descargue, almacenamiento, etc).
- Diseño geométrico de la explotación.

- Secuencia de la explotación.
- Duración de la explotación.
- Equipos y maquinaria a utilizar (principal y auxiliar).
- Sistemas de transporte.
- Obras de arte requeridas.
- Descripción de la (s) modificación (es) de las redes de drenaje.
- Actividades de transporte y rutas de movilización interna del mineral, sobrantes, equipos y personal.
- En caso de utilizar explosivos, determinar el radio de acción, repercusiones en el ecosistema y estabilidad del terreno (vibraciones)
- Plan de obras.
- Ubicación de fuentes de iluminación artificial y el análisis frente a la ubicación de población aledaña.

Esta descripción debe estar acompañada del respectivo mapa de diseño minero, mostrando a través de cartografía la secuencia de explotación, inicialmente anual (primeros cinco años) y seguidamente quinquenal.

Es importante resaltar que los diseños mineros y civiles que proponen realizar en el proyecto, deben considerar entre otros los siguientes aspectos:

- El valor de aceleración máxima ( $A_m$ ) para diseño debe corresponder a por lo menos un período de análisis de 500 años y una probabilidad de excedencia no mayor al 10%.
- Se debe modelar la estabilidad de los taludes de las labores mineras propuestas y los demás taludes que se intervendrán por apertura de vías o construcción de infraestructura minera a corto, mediano y largo plazo; su formulación y justificación debe corresponder con el modelo geológico del sitio.

### 3.3.1.1 Construcción y montaje

Se debe describir y localizar en planos, ya sea a cielo abierto o subterráneo que permita identificar y dimensionar las instalaciones y estructuras propuestas a construir, las construcciones, instalaciones y montajes mineros planeados para desarrollar el proyecto propuesto (extracción, acopio, transporte, beneficio y comercialización) a escala 1:5.000<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Se toma como referencia la Resolución 4 0600 del 27 de mayo de 2015, de Minminas. Por medio de la cual se establecen requisitos y especificaciones de orden técnico minero para la presentación de planos y mapas aplicados a la minería (numeral 2.4)

#### a. Instalaciones de soporte minero

- Instalaciones mineras: áreas para almacenamiento, beneficio, manejo, cargue y disposición de material (mineral y sobrante), entre otras; ya sea a cielo abierto o subterránea.
- Instalaciones auxiliares: talleres, bodegas, oficinas, viviendas, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR (unidades que conforman la planta y porcentajes de remoción de cada unidad y de la planta en general, teniendo en cuenta los límites máximos permisibles según la normativa vigente), entre otras; ya sea a cielo abierto o subterránea.

#### b. Infraestructura de transporte

Definir y localizar los corredores de acceso al área (viales, fluviales, aeroportuarios u otros) escogidos para permitir la entrada y salida de materiales, personal, maquinaria y equipo al área del proyecto. Para todos los accesos nuevos y existentes necesarios para el desarrollo de las obras y actividades que hacen parte del proyecto se debe describir, ubicar y dimensionar, como mínimo, lo siguiente, según aplique en cada caso:

- Para los corredores de acceso existentes
  - Localización.
  - Condiciones actuales: Tipo, perfil vial, dimensiones y especificaciones técnicas generales del acceso (según lo establecido por el INVÍAS) y estado actual.
  - Con relación a las características principales que conforman la sección transversal de las vías se debe especificar sobre el ancho de la calzada, presencia y estado de cunetas, taludes, así como la velocidad de diseño, la relación de los usuarios que las utilizan (actividades económicas y tipo de vehículos) y los datos representativos de aforos en los cuales se pueda establecer la densidad del tráfico vehicular de todo tipo (TPD).
  - Propuestas de mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento para la totalidad del tiempo de uso proyectado de la vía, en donde se especifique el detalle de las obras a construir, estimado de cantidades de materiales y volúmenes de disposición, métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, plantas y caminos de servicio, entre otros).
  - Referencia descriptiva (referencias de sitios indicados específicamente) y cuantitativa (kilometraje y coordenadas) de los tramos de vías a mejorar, rehabilitar y/o mantener. Estas referencias se deben incluir tanto en la descripción de las actividades que se ejecutarán en estas vías como en la cartografía.
  - Propuesta del manejo de taludes, incluyendo obras de canalización, conducción de aguas y establecimiento de zanjas de coronación para el manejo de aguas de escorrentía.

- Demás aspectos que se consideren relevantes para el mejoramiento, rehabilitación y/o mantenimiento de los accesos.
- Para los corredores de acceso nuevos
  - Localización.
  - Trazado y especificaciones técnicas de las vías a construir (kilometraje y coordenadas), estimado de cantidades de materiales y volúmenes de disposición, métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, plantas y caminos de servicio, entre otros).
  - Geotecnia vial.
  - Manejo de los taludes a conformar, asociando el respectivo manejo de agua de escorrentía y el programa de mantenimiento de las vías.
  - Identificación (kilometraje y coordenadas) de los tramos de vías en donde se pretenden realizar cruces de cuerpos de agua.
  - Identificación de las poblaciones potencialmente beneficiarias de estos nuevos accesos.
  - Propuestas de mantenimiento para la totalidad del tiempo de uso proyectado de la vía, en donde se especifique el detalle de las obras a construir, estimado de cantidades de materiales y volúmenes de disposición, métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, plantas y caminos de servicio, entre otros).
  - Demás aspectos que se consideren relevantes para la construcción/mejoramiento de los accesos.

En caso de que el proyecto de explotación minera sea de carbón e involucre el transporte del mineral desde el sitio de explotación hasta el puerto de embarque, en atención a lo establecido en el Parágrafo 3 del Artículo 2.2.2.3.6.2 del Decreto 1076 de 2015, se debe complementar el estudio, para lo relativo a la descripción del modo de transporte, con base en lo establecido en los términos de referencia para los proyectos relacionados con vías férreas, carreteras, puertos, entre otros, según se requiera.

### **3.4 BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN DE MINERALES**

- Describir las operaciones unitarias implementadas en el procesamiento de minerales (trituration, procesamiento, lavado, filtración, separación, magnética, concentración por gravedad, oxidación por presión, lixiviación, flotación, recuperación, refinación-fundición, aglomeración, etc.; en el caso de oro no se permite el uso del mercurio), indicando los procesos a utilizar para la recuperación final y la identificación de productos principales y subproductos con elevado valor mineralógico y los subproductos con posibilidad de generar fuerte impacto ambiental.

- En el caso de efectuar operaciones de lixiviación con cianuro, establecer la movilización de otras sustancias y otros metales, que forman complejos con el cianuro, e identificar y cuantificar a través de los balances de masa respectivos la presencia de los mismos.
- Describir las alternativas para el tratamiento y disposición de colas de proceso y su análisis para la selección de la opción que presente menor impacto ambiental y menor riesgo ambiental.
- Planteamiento de alternativas para la ubicación, diseño y manejo de relaves o colas, suministrando la información que permita evaluar y comparar las diferentes opciones bajo las cuales sea posible el manejo de estas colas (escombreras, pilas, tanques, entre otras), y además aportar los elementos requeridos para la adecuada interpretación y evaluación por parte de la autoridad ambiental.
- Si dentro de las alternativas se proyecta la construcción de una presa, se deben allegar los diseños tanto en planta como en perfil, considerando parámetros geotécnicos que garanticen su estabilidad, los cuales deben ser debidamente detallados.
- Para las operaciones de lixiviación en escombreras y pilas se deben hacer la descripción sobre las estructuras de contención (revestimientos, aislamientos, análisis de estabilidad, etc.), transporte de los fluidos lixiviados, así como del almacenamiento y recuperación de los mismos.
- Asimismo, se deben detallar las posibles alternativas de transporte de los relaves y su valoración correspondiente, detallando sus especificaciones técnicas.
- Análisis geotécnico que verifique las condiciones de soporte y estabilidad de las pilas de lixiviación.
- Establecimiento de los porcentajes de producción de los minerales por las diferentes operaciones mineras; es decir, establecimiento del balance de recuperación de oro y otros metales por medios físicos y el porcentaje recuperado de cada uno por medios químicos.

### 3.5 INSUMOS DEL PROYECTO

Para la ejecución del proyecto y de acuerdo con el diseño minero (cargue, descargue, transporte y almacenamiento), se debe presentar como mínimo la descripción del listado y la estimación de los volúmenes de insumos que se relacionan en la siguiente tabla:

**Tabla 1** Insumos del proyecto

TIPO DE INSUMO	DESCRIPCIÓN
<b>Materiales de construcción</b>	Materiales pétreos (explotados en minas y canteras usados como agregados en la fabricación de concretos, pavimentos, obras de tierra y otros productos).

TIPO DE INSUMO	DESCRIPCIÓN
<b>Otros</b>	Materiales y productos como aceites, grasas, disolventes, entre otros. Presentar las respectivas Hojas de Seguridad para Materiales – MSDS y especificar el manejo de los insumos sobrantes.
	Sistemas y fuentes de generación de energía y combustibles: Especificar el tipo de infraestructura a construir, equipos requeridos, áreas a ocupar y posible ubicación, tipo de combustible a ser utilizado, uso que tendrá la energía generada, sistemas de interconexión, alternativas de trazado y especificaciones técnicas de líneas eléctricas (redes de transporte y distribución), métodos constructivos e instalaciones de apoyo. Para el caso de material fuente de energía (explosivos), determinar el radio de acción, repercusiones en el ecosistema y estabilidad del terreno.
	Deben establecer las actividades para el suministro de energía para el proyecto; en caso que se pretenda realizar conexión al sistema de transmisión nacional se deben plantear para la línea de interconexión alternativas de trazado y su evaluación correspondiente, indicando adicionalmente las especificaciones técnicas de diseño para la alternativa seleccionada.
	Consumo de reactivos e insumos en general asociados a cada una de las etapas del proceso minero, especialmente en lo relacionado con <u>sustancias químicas, respecto de las cantidades de mineral procesadas.</u>
	Explosivos: En el evento en que exista la necesidad de perforación y/o voladuras, se deben indicar las memorias de perforación y voladura que incluya por lo menos tipo y clase de explosivo y accesorios, potencia, diseño de malla de perforación, condiciones de uso (duración y frecuencia), proyecciones de fragmentación, sismicidad, tipo de almacenamiento y transporte, ubicación de polvorines. Establecer el tipo de voladura que se empleará y una estimación de las vibraciones que se prevén.
<b>Material sobrante</b>	Demás insumos que se requieran para las diferentes fases del proyecto. Balance de masas de los materiales de excavación y de relleno: Se debe especificar la cantidad de material a reutilizar en el proyecto.

Cuando se utilice el cianuro como insumo dentro del proyecto minero, se debe presentar el detalle del transporte, almacenamiento, uso y disposición final que se dará a este insumo dentro del proceso.

### 3.6 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS INTERCEPTADOS POR EL PROYECTO

Se debe describir, dimensionar y ubicar en mapas, la infraestructura y redes de servicios que sea necesario trasladar, reubicar o proteger, teniendo en cuenta, entre otras, las relacionadas a continuación:

**Tabla 2** Infraestructura y redes de servicios

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
<b>Servicios públicos</b>	Redes de acueducto y alcantarillado.
	Redes de oleoductos, poliductos y gas.
	Redes eléctricas.
	Redes de tecnologías de la información y las comunicaciones.
<b>Otros</b>	Distritos de riego.
	Vías (Red Vial Nacional, secundarias y terciarias).
	Predios (Describir su uso: Dotacional, educativo, vivienda, etc.).
	Demás infraestructura y redes interceptadas.

### 3.6.1 Manejo y disposición de sobrantes

Cuando se requiera realizar el manejo, transporte y disposición de sobrantes, se debe incluir como mínimo lo siguiente para cada sitio de disposición:

- Teniendo en cuenta las diferentes alternativas de disposición final de sobrantes existentes como son la conformación de depósitos de estériles (vertido libre, vertido por fases adosadas, dique de retención en pie, fases ascendentes superpuestas, entre otras) y el retrolleado, se debe presentar un análisis sobre la alternativa de disposición final de sobrantes seleccionada, justificando su elección y las ventajas ambientales que esta tiene sobre las demás alternativas existentes.
- Caracterización geoquímica del o los sitio(s) de disposición final de sobrantes proyectados, así como de las rocas que conforman los diferentes niveles litológicos que serán objeto de explotación, de manera que se establezca la potencialidad de formación de drenajes ácidos y lixiviación de metales en el tiempo, así como de neutralización.
- Se debe incluir la clasificación de los materiales, involucrando para tal fin pruebas estáticas (balance ácido-base, lixiviación de metales, análisis mineralógico) y cinéticas (campo y laboratorio) para diferentes estados de meteorización y épocas climáticas.
- En concordancia con los resultados obtenidos, el solicitante debe proponer las obras o acciones para el adecuado manejo de las zonas de disposición final de sobrantes en el tiempo.
- Descripción detallada del manejo y restitución de cuerpos de agua, en caso de hacer desvíos temporales y definitivos y su compatibilidad con el cronograma del proyecto.
- Descripción detallada del manejo para prevención de contaminación de acuíferos, antes, durante y posterior a la disposición final.
- Relación de los volúmenes de material a disponer en cada sitio identificado, indicando su procedencia de acuerdo con el planteamiento minero y definición de la ruta a seguir por los vehículos que transportarán el material.
- Localización georreferenciada y mapas topográficos con planimetría y altimetría.

- Descripción detallada de las obras de construcción y adaptación del terreno, previo a la disposición de sobrantes.
- Análisis de estabilidad global considerando el conjunto depósito – suelo de fundación (en secciones longitudinales y transversales), análisis de factores de seguridad y riesgo de desplazamiento ante cargas externas.
- Parámetros de diseño y planos a escala 1:5.000 o más detallada, en donde se relacionen entre otras, las obras de infraestructura necesarias para la adecuación del área (drenajes y subdrenajes, estructuras de confinamiento y contención y taludes, entre otros).
- Planta y perfiles del desarrollo y avance del sitio de disposición de sobrantes, donde se presenten las diferentes etapas de su ejecución y el diseño final contemplado.
- Propuesta de adecuación final del sitio de disposición de sobrantes y programa de revegetalización (diseño paisajístico).
- Identificación de los usos finales de cada uno de los sitios de disposición de sobrantes propuestos.

### **3.6.2 Residuos peligrosos y no peligrosos**

Con base en las características del proyecto se debe presentar la siguiente información:

- Clasificación de los residuos sólidos (aprovechables, peligrosos, de construcción y demolición, ordinarios, etc., de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2981 de 2013 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, compilado en el Decreto 1077 de 2015), y de los residuos peligrosos (según lo previsto en la Ley 1252 de 2008 y el Capítulo 1, Título 6, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015).
- Estimación de los volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos a generarse en desarrollo del proyecto.

**Nota:** En caso de que exista la probabilidad de ocurrencia de residuos con contenidos de NORM derivados de las operaciones de beneficio y/o transformación de minerales, se debe incluir la descripción del manejo y disposición de este tipo de residuos de acuerdo con lo establecido en la normatividad vigente del Ministerio de Minas y Energía.

Para el manejo de los residuos sólidos, el EIA debe tener en cuenta las consideraciones contempladas en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 541 de 14 de diciembre de 1994 “*por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación*” y las demás normas vigentes sobre la materia, o aquellas que las modifiquen, sustituyan o deroguen.

Para el manejo de residuos por parte del solicitante se deben identificar los impactos previsibles y plantear las correspondientes medidas de manejo. Las instalaciones respectivas se deben presentar en mapas a escala 1:5.000 o más detallada, de tal forma que permita la lectura adecuada de la información.

### **3.6.3 Producción y costos del proyecto**

Se deben presentar los costos totales estimados, de construcción y de operación del proyecto para cada una de las fases del mismo, así como la relación de la siguiente información:

- Producción en toneladas/año y onzas/año.
- Relación de mineral / m<sup>3</sup> de material removido.
- Costos de extracción.
- Costos de beneficio.
- Costos de restauración por unidad de producción.
- Costos de manejo y disposición de estériles.
- Costos previstos para el programa de cierre de mina.
- Costos previstos para las actividades del pos cierre de la mina

### **3.6.4 Cronograma del proyecto**

Se debe incluir el plazo de duración del proyecto y el cronograma de actividades, para cada una de las fases del mismo, hasta la fase de cierre.

Aparte se debe incluir un cronograma de actividades para las actividades de pos cierre que estime el proyecto, con un plazo no inferior a 10 años.

### **3.6.5 Organización del proyecto**

Se debe presentar la estructura organizacional para la ejecución del proyecto, estableciendo la instancia responsable de la gestión ambiental y social, y sus respectivas funciones.

## 4. ÁREAS DE INFLUENCIA

### 4.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Para la aplicación de la definición, identificación y delimitación de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio potencialmente impactado, deben tenerse en cuenta las definiciones consignadas en el Glosario.

En términos generales, en el marco del proceso de licenciamiento ambiental los aspectos a evaluar para la determinación del área de influencia se deben plantear considerando una organización jerárquica de medio y componente, en la cual, los medios se entienden como la división general del ambiente y máxima categoría de abordaje, y los componentes corresponden a los elementos ambientales que constituyen un medio, como se presenta a continuación:

- El medio abiótico contiene los componentes: geológico, geomorfológico, suelos, fisiográfico, hidrológico, hidrogeológico, geotécnico y atmosférico, entre otros.
- El medio biótico comprende los componentes flora, fauna e hidrobiota, entre otros
- El medio socioeconómico consta de los componentes demográfico, espacial, económico, cultural, arqueológico y político-organizativo.

Adicionalmente, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El proyecto, obra o actividad incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, operación y mantenimiento, así como el desmantelamiento, abandono y restauración, cierre, clausura y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, y las demás actividades e infraestructura permanente y temporal relacionadas y asociadas con su desarrollo<sup>7</sup>  
**Nota:** el solicitante será el responsable directo ante la autoridad ambiental por el manejo ambiental del proyecto en su integralidad.
- Con relación a las vías de acceso del proyecto, dentro de las áreas de influencia se deben considerar las vías nuevas (a construir como parte del proyecto), y las vías existentes que el proyecto pretenda utilizar.
- Los componentes sobre los cuales se debe hacer el análisis de las áreas de influencia corresponden a los indicados en el capítulo de caracterización ambiental para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico).

---

<sup>7</sup> La infraestructura puede ser de propiedad del solicitante de la licencia ambiental o de terceros, y de igual forma las actividades podrán ser desarrolladas o gestionadas incluso mediante contratistas.

## 4.2 DEFINICIÓN, IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios, La identificación de estos impactos debe ser objetiva y cuantificable, de conformidad con las metodologías disponibles. En caso de no ser cuantificable, debe soportarse técnica y científicamente la razón, caso en el cual los impactos deben ser valorados cualitativamente de acuerdo con las metodologías disponibles.

Teniendo en cuenta que la manifestación de los impactos ambientales de un proyecto, obra o actividad, varía de un componente a otro y de una actividad a otra, resulta factible que, en el proceso de identificación y delimitación del área de influencia de dicho proyecto, se establezcan áreas de influencia por componente, grupos de componentes o medios, que luego se agregan para definir el área de influencia del proyecto (Figura 1); es decir, que los componentes pueden ser agrupados a discreción del solicitante. De esta manera, el resultado de la delimitación del área de influencia puede verse reflejado en uno o varios polígonos. Cuando se identifiquen efectos ocasionados por el proyecto sobre la población, el área de influencia del medio socioeconómico debe integrar las áreas identificadas en el análisis de los medios abiótico y biótico y sus respectivos componentes.

El área de influencia por componente, grupo de componentes o medio, debe ser planteada en función de unidades de análisis tales como: cuencas hidrográficas, ecosistemas, unidades territoriales, y cualquier otra que el solicitante identifique dentro del EIA. Cada área de influencia por componente, grupo de componentes o medio, debe tener una unidad mínima de análisis la cual debe ser debidamente sustentada.

Para la delimitación del área de influencia de los componentes del medio abiótico, adicional al análisis de información primaria y secundaria, se debe tener en cuenta la normativa ambiental vigente (p.e. Resolución 601 de 2006, 610 de 2010, 909 de 2008, 2153 de 2010, 2154 de 2010, y lo contemplado en el Decreto 1076 de 2015), o la que la sustituya, y la modelación correspondiente del comportamiento de cada componente cuando aplique (p.e. modelación de contaminantes atmosféricos de interés, modelación de ruido; modelación de los vertimientos en aguas superficiales).

Para el caso de calidad del aire, el área de influencia se delimitará a través de isopletas de aportes del proyecto en estudio, para los contaminantes de interés y para el tiempo de exposición mayor de acuerdo a la normatividad (ej. isopletas anuales para el caso de PST y PM10). En todo caso, el valor de la isopleta escogida (aportes del proyecto en estudio) junto con los aportes estimados de otras fuentes de emisión considerables de la zona y la concentración de fondo (regional y local) no debe sobrepasar el límite de concentración establecido en la normatividad vigente.

La identificación y delimitación del área de influencia de los componentes del medio biótico, debe tener en cuenta las escalas espaciales y temporales. No debe limitarse al área de intervención del proyecto, donde los impactos pueden evidenciarse de modo inmediato, sino que debe extenderse más allá, en función de potenciales impactos que este puede generar. Por ejemplo, en lo que respecta a la afectación de ecosistemas, el impacto generado por la pérdida de cobertura se restringe al área puntual afectada; no obstante, las afectaciones de procesos ecológicos generados por la intervención (p.e. fragmentación, cambio en la distribución de especies de fauna), no se ciñen únicamente a esta área, de tal forma que el área de influencia debe contener la totalidad de la unidad potencialmente afectada (p.e. fragmento de bosque potencialmente afectado).

Es importante aclarar que, para el caso del medio biótico y sus componentes, el análisis que realice el solicitante para la delimitación de las áreas de influencia debe partir del ecosistema como unidad mínima; no obstante lo anterior, excepcionalmente y dependiendo de la afectación que generaría el proyecto a los componentes de este medio que conforman el ecosistema (flora, fauna terrestre e hidrobiota), y los análisis de funcionalidad y estructura del ecosistema como unidad, el solicitante puede definir áreas de influencia menores al ecosistema (por ejemplo a partir de las unidades de cobertura vegetal y de la extensión del impacto que se genere sobre las comunidades hidrobiológicas), en cuyo caso debe presentar la respectiva delimitación y justificación.

Para el caso del medio socioeconómico, el análisis debe tener en cuenta las unidades territoriales contenidas en los municipios, y corresponden a los corregimientos, veredas, sectores de vereda, inspecciones de policía, u otras unidades reconocidas administrativa o socialmente. Resulta factible, que, de acuerdo con las características del proyecto y sus posibles impactos en el medio socioeconómico, se decida considerar al municipio en su totalidad como unidad territorial de análisis, situación en la cual, igualmente, se debe presentar la información con el nivel de detalle requerido. Para el caso en que, por el contrario, el municipio en su totalidad no sea considerado como unidad territorial de análisis, se debe presentar, en el capítulo correspondiente a la caracterización ambiental, información municipal a manera de contextualización regional.

Dicho análisis se debe realizar a partir de la identificación y descripción de las dinámicas propias de las relaciones funcionales del territorio. Para lograr el establecimiento de dichas relaciones funcionales del territorio, se debe tener en cuenta como mínimo:

Identificar a partir de las rutas de desplazamiento empleadas por la población de veredas, centros poblados y cabeceras municipales cuando aplique, para proveerse de los distintos bienes y servicios, y las dinámicas que, derivadas de ello, surgen entre centros poblados y veredas, entre centros poblados y entre veredas.

- Puntos de acceso a los servicios sociales (vivienda, salud, educación, entre otros).

- Puntos de acceso a servicios administrativos y financieros.
- Sitios de interés cultural, religioso y recreativo.
- Puntos clave para el desarrollo de las actividades económicas (sitios de comercialización, provisión de insumos, servicios técnicos, entre otros).
- Localización de las principales actividades económicas.
- Dependencia de las actividades locales hacia los recursos naturales, y los impactos ambientales derivados de las mismas.
- Origen y destino de la mano de obra empleada en las actividades económicas.

Para la definición del área de influencia del proyecto se deben tener en cuenta la existencia de resguardos indígenas y de territorios ancestrales, consejos comunitarios de comunidades negras, sitios sagrados o sitios de pagamento ubicados fuera de los resguardos, entre otros, de acuerdo con las respectivas certificaciones emitidas por la autoridad competente.

En lo referente a la certificación de presencia de comunidades étnicas que debe solicitar el interesado ante la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior o quien haga sus veces, el solicitante, debe aportar información que permita establecer, de acuerdo con las nociones de territorialidad y hábitat desarrolladas por la jurisprudencia de la corte constitucional, la presencia de las comunidades étnicas y territorios donde se desarrollan usos y costumbres que se puedan afectar de manera directa por el POA, según lo establecido en la Directiva 10 de 2013.

La delimitación del área de influencia requerida para la citada certificación, debe considerar los siguientes criterios:

- Asentamientos de comunidades étnicas, resguardos, y territorios ancestrales presencia de consejos comunitarios de comunidades negras y cabildos indígenas, en el área de influencia y su relación con las áreas de uso y aprovechamiento de recursos naturales propuestos para el POA,
- Desarrollo de usos y costumbres de comunidades étnicas en esas áreas (entre los que se contemplan sitios sagrados, sitios de pagamentos ubicados fuera de resguardos o territorios colectivos, entre otros),
- Tránsito de comunidades étnicas en el área de influencia del POA.
- Relaciones funcionales de comunidades étnicas en el área de influencia del POA.

Operativamente, para la identificación y delimitación del área de influencia del proyecto se deben definir áreas de influencia preliminares por componente, grupo de componentes o medio, sobre las cuales se caracterizan, identifican y evalúan los impactos ambientales. Posteriormente, como resultado de la caracterización y evaluación ambiental (que hacen parte de la elaboración del EIA), se debe realizar un proceso iterativo, que permita ajustar las áreas de influencia preliminares, obteniendo así las áreas de influencia definitivas por componente, grupo de componentes o medio, y finalmente, el área de influencia del

proyecto. Dicho proceso debe estar apoyado en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelación de sistemas, estudios de caso, y/o el conocimiento de especialistas en los sectores específicos.

Además del área de influencia del proyecto, es necesario reportar las áreas de influencia definitivas obtenidas para cada componente, grupo de componentes o medio, las cuales deben estar debidamente sustentadas y cartografiadas, según lo establecido en el presente documento. Para efectos de la caracterización ambiental de las áreas de influencia, se debe presentar información primaria y secundaria<sup>8</sup> de cada componente, grupo de componentes o medio. En los presentes términos de referencia se indica en cada caso la información que se requiere para los componentes de cada uno de los medios.

Nota: la definición de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio, incide en la implementación de las medidas de manejo propuestas, por lo que estas se deben enmarcar en las áreas que serían impactadas por las actividades.

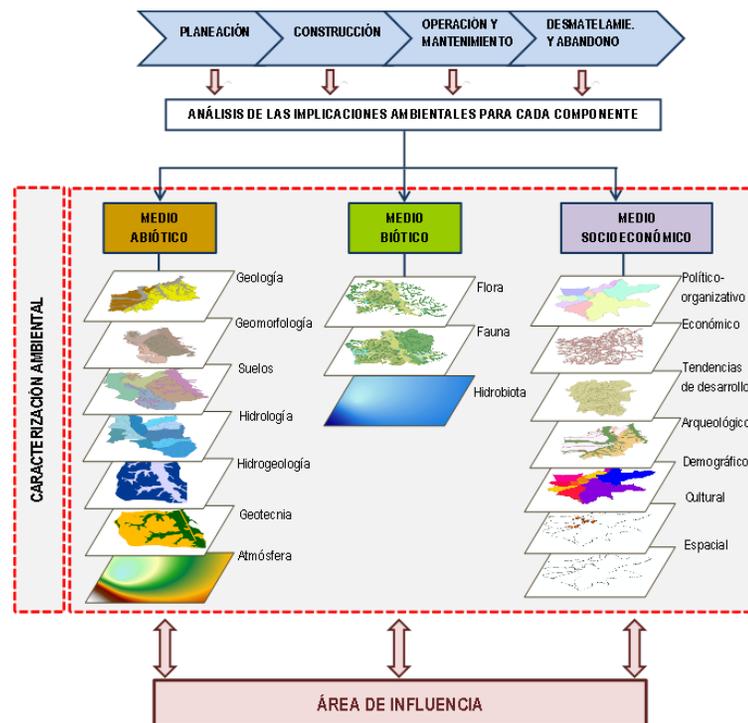


Figura 1 Áreas de influencia por componente.

<sup>8</sup> La información secundaria debe ser actualizada, de fuentes oficiales o fuentes técnicas de alto nivel (revistas científicas, publicaciones académicas, de centros o institutos de investigación y otras fuentes que hayan tenido un proceso idóneo de publicación; es decir, revistas que hagan parte de la Base Bibliográfica Nacional BBN-Publindex de COLCIENCIAS, o, documentos con su respectivo ISBN o ISSN).

## 5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

En este capítulo se debe aportar información cualitativa y cuantitativa<sup>9</sup> que permita, en primera instancia, conocer las características actuales del medio ambiente en el área de influencia del proyecto, y posteriormente, en el seguimiento, realizar una adecuada comparación de las variaciones de dichas características durante el desarrollo de las diferentes actividades que hacen parte de las fases del proyecto.

En concordancia con la definición de área de influencia que se incluye en los presentes términos de referencia, el EIA debe elaborarse tanto con información primaria, como con la información secundaria que esté disponible. Para tal efecto, en cada ítem de la caracterización ambiental se especifica el nivel de detalle que se requiere para cada uno de los componentes. Cabe recordar que dicha caracterización debe ser utilizada para determinar las áreas de influencia definitivas por componente, grupo de componentes o medio (ver Sección 4.2).

En caso de que la información de caracterización de línea base de nivel regional que se solicita en estos términos de referencia exista, esté validada por la Autoridad, y se haya puesto a disponibilidad de los solicitantes, debe ser incorporada en el proyecto y contextualizada con las particularidades del mismo. Para el medio socioeconómico se debe presentar en todos los casos, información de línea base para el (los) municipio(s) en cuya jurisdicción se ubiquen las unidades territoriales de análisis seleccionadas; el detalle de dicha información se indica en los numerales correspondientes a cada componente del medio socioeconómico.

### 5.1 MEDIO ABIÓTICO

La información debe permitir conocer las condiciones físicas existentes en el área de influencia como un referente del estado inicial antes de la ejecución del proyecto. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

#### 5.1.1 Geología

##### 5.1.1.1 Geología regional

Se debe presentar la descripción de las unidades geológicas aflorantes a nivel regional junto con la geología estructural del área (orientación de estratos, fallas, pliegues, etc), con base en estudios existentes en la zona y ajustada con el respectivo control de campo. El responsable del EIA debe complementar la información anterior con planos en planta,

---

<sup>9</sup> En caso de que sea posible, incluyendo los indicadores ambientales empleados por Institutos tales como IDEAM, INVEMAR y el IAVH, y en caso de existir, indicadores de línea base establecidos en el (los) POMCA(s) de la(s) cuenca(s) en el área de influencia.

secciones transversales y elementos geológicos de carácter regional, el cual será a su vez el insumo fundamental de los modelos geotécnicos, hidrogeológicos y sismotectónicos.

Esta información debe ser ajustada a partir de la información existente utilizando las técnicas disponibles y debe ser consistente con la nomenclatura geológica nacional, establecida por el Servicio Geológico Colombiano. La información debe generarse en escala 1:25.000 o más detallada, donde se requiera de acuerdo con las condiciones particulares del área; se debe contar con una escala de trabajo de detalle y una escala de presentación que permita realizar la correspondiente lectura.

#### 5.1.1.2 Geología del yacimiento

- **Estratigrafía.** Descripción litológica, referencia de edad, origen, espesor, distribución y posición en la secuencia de las distintas unidades litológicas en el área de estudio. Teniendo en cuenta el nivel de detalle, la geología se debe realizar en unidad de roca, preferiblemente asociándola a la formación a la cual pertenece. Esta información debe venir acompañada de la respectiva columna estratigráfica, obtenida como resultado de los trabajos de exploración adelantados.

Incluir la caracterización geoquímica de cada uno de los niveles litológicos a intervenir con el desarrollo del proyecto, de manera que en la evaluación de impactos se pueda establecer la potencialidad de formación de drenajes ácidos y lixiviación de metales en el tiempo, así como de neutralización y si es del caso proponer las medidas de manejo ambiental correspondientes.

- **Estructural.** Posición estructural de los estratos, identificación de fallas, pliegues, clasificación y estado del macizo rocoso, estructuras sinclinales, anticlinales, etc.

En la información cartográfica (planta y perfiles - por lo menos una sección geológica debe contener todas las unidades geológicas cartografiadas, de manera que refleje las condiciones estratigráficas y estructurales del área) se deben definir claramente tanto las unidades objeto de explotación y rocas encajantes, como las unidades cuaternarias (tales como depósitos aluviales, coluviales, terrazas y otros), que puedan verse afectadas por el desarrollo del proyecto minero; asimismo debe contar con suficiente información litológica y estructural, de manera que se pueda realizar una lectura rápida y adecuada de la geología de la zona.

La información cartográfica debe ser ajustada a partir de la información existente utilizando las técnicas disponibles y debe ser consistente con la nomenclatura geológica nacional, así como con la establecida en los dominios de la GDB. La información debe generarse en escala 1:10.000 o más detallada, acorde con el área del proyecto.

### 5.1.1.3 Geoquímica del yacimiento

El EIA comprenderá información de geoquímica del yacimiento, para lo cual se toma como referencia lo consignado en la GUIA PARA EVALUAR EIAs DE PROYECTOS MINEROS. “Environmental Law Alliance Worldwide”, julio de 2010 Cap. 3, Pag. 35: *“caracterizar la geología y mineralogía de las rocas en el lugar a ser intervenido, incluyendo la determinación del tipo de roca, alteración, mineralogía primaria y secundaria, disponibilidad de minerales capaces de producir ácido y –neutralizar y metales que pueden lixiviarse (liberación por ejemplo venas, diseminado, encapsulado, etc.).*

*Caracterizarse la ubicación y dimensiones de zonas oxidadas y no oxidadas para todo tipo de desechos, paredes del tajo, y trabajos subterráneos...*

*“caracterización geoquímica las unidades geoquímicas de los tipos de roca con características físicas y químicas particulares, dependiendo de los resultados de la caracterización, algunas de las unidades de prueba pueden agruparse en el plan de manejo de residuos de la mina. Alternativamente, si inicialmente una unidad arroja una variedad de resultados, puede ser subdividido inicialmente para el manejo de desechos.*

*“caracterización de los volúmenes de cada tipo de material a ser generados y la distribución de los tipos de materiales en los desechos, tajo abierto y trabajos subterráneos.*

*“realizar una prueba de escala de referencia del mineral, lo cual involucra la creación de relaves y/o materiales de lixiviados en un laboratorio.”*

Para determinar el potencial de generación de ácido de los materiales minados y de los desechos de mina, el EIA debe incluir los siguientes resultados de análisis:

*“Se deben hacer pruebas estáticas en fuentes potenciales de drenajes ácidos, incluyendo los escombros o desechos de roca, rocas de las paredes del tajo, trabajos subterráneos, relaves, mineral, materiales de la pila de lixiviación, y materiales sólidos de desecho.*

*El número de muestras de cada unidad debe definirse de acuerdo al volumen de material a ser generado. Para el potencial de generación de ácido (AGP), se recomienda el método de Sobek modificado con azufre total. La mineralogía y composición de sulfatos puede confirmarse mediante análisis mineralógicos.*

*Las pruebas cinéticas deben realizarse con un número representativo de muestras de cada unidad de prueba geoquímica. Debe darse énfasis especial a las pruebas cinéticas de muestras para las cuales exista incertidumbre sobre la posibilidad de generar ácido. Las pruebas en columna se recomiendan preferentemente sobre las de celdas húmedas para todos los materiales minados expuestos al aire, incluyendo los materiales de construcción para la zona del proyecto, con excepción de los relaves. Sin embargo, cualquiera de los*

dos tipos de pruebas cinéticas puede usarse dependiendo de los objetivos de las pruebas y si se determina las áreas superficiales susceptibles a reaccionar antes de las pruebas.”<sup>19</sup>

- **Potencial de generación de contaminantes lixiviados – pruebas de lixiviación a corto y largo plazo**

Para determinar el potencial de que los materiales extraídos y los desechos de mina liberen sustancias tóxicas, los expertos recomiendan los siguientes análisis:

*“realizar pruebas de lixiviación a corto plazo con una proporción baja líquido: sólido (por ejemplo, MWMP o BC SWEP modificado) en muestras de cada unidad de prueba geoquímica. Las muestras de lixiviado deben analizarse para determinar compuestos de interés (basados en el análisis de roca entera) usando límites de detección por lo menos diez veces más bajos que los estándares de calidad de agua relevantes (por ejm. El arsénico, tiene valor de 10µg/L para el agua de bebida, el límite de detección debería ser 1 µg/L o menor).*

*Los cationes y aniones mayores deben determinarse en las muestras de lixiviado y el balance de catión/anión en cada muestra.”*

Se establecerá un modelo predictivo basado en la caracterización mineralógica del yacimiento, anomalías geoquímicas, elementos traza y las operaciones unitarias a implementar, de los metales y sustancias químicas. En particular para proyectos auríferos, en los que se encuentren adicionales al oro y la plata como subproductos del proceso (por ejemplo, obtención de mercurio como subproducto del beneficio de oro).

Determinar los concentrados mineralógicos de interés, objeto de comercialización; balance de masas de elementos químicos que coexistan con los metales de interés económico (como por ejemplo en yacimientos de oro, plata, platino y demás minerales metálicos) y que puedan representar riesgos para comunidades y ambiente, como los metales pesados, incluyendo arsénico y antimonio; Descripción del flujo y comportamiento de estas sustancias a lo largo de todas las fases del proceso minero.

- **Identificación de contaminantes de interés**

Describir los materiales intervenidos, indicando cuáles son las predicciones cuantitativas de las concentraciones de contaminantes de interés (por ejemplo, arsénico, plomo, cadmio, níquel, cromo y mercurio) en el agua, de tal forma que el proyecto minero pueda anticipar estas liberaciones y emisiones al ambiente<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Los resultados de la evaluación geoquímica deben incorporarse en la caracterización y manejo de vertimientos, emisiones y disposiciones de material sobrante.

Estas predicciones cuantitativas deben usarse para anticipar los cambios en la calidad de las aguas subterráneas y superficiales causadas por el proyecto minero.

### 5.1.2 Geomorfología

Se debe efectuar una caracterización de las geoformas y de su dinámica en el área de influencia del componente, grupo de componentes o medio, incluyendo la génesis de las diferentes unidades y su evolución, rangos de pendientes, patrón y densidad de drenaje, etc.

En el área en donde se proyecta realizar las obras y actividades se deben cartografiar los procesos de inestabilidad de laderas, con énfasis en los de remoción en masa y erosión o intervenciones antrópicas (cortes mineros, vías, rellenos, adecuaciones urbanísticas, entre otros). Se efectuará un análisis multitemporal con base en interpretación de fotografías aéreas que permita evaluar la dinámica de dichos procesos, considerando como mínimo tres fechas:

- Actual
- 10, 20, 30, 40 o 50 años atrás
- La más antigua.

El levantamiento geomorfológico con énfasis en la localización de los procesos de inestabilidad por remoción en masa o de las intervenciones antrópicas identificadas, se debe trabajar y presentar sobre la base topográfica requerida. En caso de existir fotografías aéreas detalladas (escala 1:10.000 o más detallada) deben ser éstas las imágenes a utilizar.

Como parte del análisis geomorfológico, se debe incluir el examen de fotointerpretación geomorfológica y/o interpretación de imágenes de sensores remotos disponibles, junto con la verificación en campo, incluyendo las siguientes variables:

- Pendientes de acuerdo con los dominios establecidos en la GDB.
- Áreas de erosión activa (erosión laminar, erosión lineal, cárcavas, cicatrices, grietas, canales, surcos, entre otros).
- Áreas de sedimentación activa (conos de talud, abanicos aluviales activos, lóbulos de sedimentación, barras de sedimentación activas, deltas y áreas en subsidencia relativa con acumulación de sedimentos).
- Cartografía de procesos de remoción en masa activos y latentes (caídas, deslizamientos, flujos) y su relación con el proyecto. Estos procesos deben ser insumo de la zonificación de amenaza por remoción en masa.

Con la anterior información se deben elaborar los siguientes mapas:

- De pendientes.
- De procesos morfodinámicos.
- De unidades geomorfológicas con énfasis en la morfogénesis y la morfodinámica.
- De susceptibilidad por la ocurrencia de procesos erosivos y de susceptibilidad ante procesos de remoción en masa, inundaciones, en caso de los terrenos localizados en depósitos cuaternarios aluviales, procesos de erosión lateral, inestabilidad de cauces, avenidas torrenciales.
- De susceptibilidad a la ocurrencia de inundaciones, avenidas torrenciales, identificación de procesos de erosión lateral e inestabilidad de cauces.

La información cartográfica debe presentarse teniendo en cuenta los dominios establecidos en la GDB; debe contar con una escala de trabajo de detalle y una escala de presentación que permita realizar la correspondiente lectura. El documento debe adjuntar las imágenes interpretadas, ya sea escaneadas o como anexos.

### 5.1.3 Paisaje

Para el componente de paisaje fisiográfico y/o geomorfológico se debe remitir la siguiente información:

- Definir, describir y espacializar los elementos del paisaje en el área de influencia del proyecto.
- Definir las unidades de paisaje local (escala 1:10.000 o más detallada) y su interacción con el proyecto.
- Para el componente de percepción del paisaje se debe remitir la siguiente información en la caracterización:
  - ✓ Análisis de la visibilidad, calidad y fragilidad visual del paisaje.
  - ✓ Identificación de los elementos discordantes con el respectivo análisis de correspondencia cromática y tamaño de la discordancia.
- Sitios de interés paisajístico.
- Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona.
- Percepción de las comunidades como referente de su entorno físico en términos culturales.

Las unidades de paisaje local (escala 1:10.000 o más detallada), estarán definidas teniendo en cuenta el nivel de detalle de los términos de referencia del proyecto, se pueden establecer a través de sensores remotos como imágenes de satélite, radar o fotografías aéreas, entre otra información de utilidad o esquema metodológico que los sustente.

#### **5.1.4 Suelos y uso de la tierra**

La caracterización, análisis y evaluación de los suelos, se debe enmarcar en contexto de la política y normatividad vigente. Para el área de influencia del componente, grupo de componentes o medio, se debe presentar el mapa de suelos con sus respectivos análisis que incluyan la vocación (conforme a la metodología establecida por capacidad del uso del IGAC), el análisis de los servicios (provisión, regulación, soporte y culturales) y el estado actual de los suelos (fertilidad, contaminación, compactación, degradación por erosión) con base en información primaria y secundaria.

La caracterización anterior debe tener en cuenta los instrumentos de planificación del territorio, considerando los POT, PBOT y EOT, POMCA, entre otros, identificando los usos actuales del territorio, para identificar los conflictos de uso del suelo y del territorio, para lo cual debe adjuntar la información documental y cartográfica de soporte.

La información debe presentarse de acuerdo con los estándares vigentes para obtención, procesamiento y presentación de información establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, teniendo en cuenta la metodología implementada por el IGAC, acorde al nivel de detalle.

Lo anterior debe realizarse mediante técnicas de fotointerpretación y/o interpretación de imágenes de satélite (sensores remotos), acompañado de control de campo de acuerdo al tipo de proyecto, a partir de la apertura de calicatas y cajuelas para la determinación de las características físicas y químicas de los diferentes horizontes que conforman los perfiles modales de la unidad cartográfica de suelo diferenciada, dando como resultado el mapa de suelos con su correspondiente memoria técnica, que debe contener el análisis y la evaluación de los resultados en términos de los servicios de los suelos y la leyenda al escala 1:10.000 o más detallada.

En cuanto al estado de degradación de los suelos se deben tener en cuenta los protocolos de monitoreo y seguimiento, referentes a erosión, salinización, desertificación y remoción (IDEAM 2015, MINAMBIENTE, IGAC). Hasta tanto el IGAC expida las normas relacionadas con la caracterización de suelos, cuando se requiera realizar la misma se debe cumplir con las siguientes normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización -ICONTEC o las que las modifiquen, sustituyan o deroguen: NTC 4113-1, NTC 4113-2, NTC 3656, NTC 3934, NTC 1522, NTC 4508, NTC 4711, entre otras.

Para el área de explotación y en general para las áreas en donde se removerá la totalidad del suelo, se deben determinar, a nivel detallado, las características físico-químicas y biológicas de los suelos, entre las que se encuentran:

- Características físicas:
  - Profundidad
  - Textura
  - Estructura
  - Porosidad
  - Drenaje superficial
  - Drenaje interno
  - Contenido de humedad o capacidad de almacenamiento de agua
  
- Características químicas:
  - Materia orgánica
  - pH
  - Nutrientes
  - Minerales

De igual forma se debe realizar la identificación de elementos considerados contaminantes en el suelo (como metales pesados, contaminantes inorgánicos y/o contaminantes orgánicos) determinando los umbrales máximos de concentración, que durante la operación del proyecto pueden ser generados, estableciendo la correlación de estos con los diferentes procesos y actividades a desarrollar.

La información debe presentarse de acuerdo con los estándares y metodologías vigentes para obtención, procesamiento y presentación de información de campo establecidos por el IGAC.

Se deben presentar mapas a escala de 1:10.000 o más detallada, a través de los cuales se puedan apreciar las características de los suelos y relacionar las actividades del proyecto con los cambios en el uso del suelo.

### **5.1.5 Hidrología**

Para el área de influencia del componente, la información debe presentarse con base en la recopilación, análisis y procesamiento de información hidroclimatológica (series de caudal, precipitación, evaporación, entre otras) obtenidos del IDEAM y/o de entidades o empresas que para la operación de estaciones hidrométricas o aforos directos cumplan los protocolos que para tal fin haya establecido el IDEAM.

A partir de las subzonas hidrográficas, según la clasificación hidrográfica del IDEAM y llegando a los niveles subsiguientes representativos según la jerarquía de las cuencas que se localicen en el área de influencia hidrológica, se deben determinar las principales características morfométricas (área, perímetro, pendiente media, índice de compacidad, factor de forma, tiempos de concentración, densidad de drenajes, patrones de drenaje regionales y locales); el régimen hidrológico predominante (caudales máximos, medios,

mínimos y dominantes) en series mensuales multianuales, empleando curvas de duración de caudales generada a partir de series caudales diarios y/o mensuales; caudales máximos y mínimos a periodos de retorno de (2, 5, 10, 25, 50 y 100 años), mediante la utilización de metodologías de valores extremos. Todo lo anterior para los cuerpos de agua susceptibles de ser impactados.

Se debe realizar la estimación de caudal ambiental siguiendo una metodología técnicamente valida y con la misma rigurosidad o mayor a las metodologías vigentes planteadas por Minambiente o el IDEAM, hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o la Autoridad Ambiental Regional definan la metodología para la estimación de caudal ambiental.

Realizar el análisis con indicadores hidrológicos relacionando la oferta hidrológica estimada, respecto a la demanda hidrológica inventariada en las cuencas de estudio, mediante la estimación de Índice de Uso de Agua (IUA), índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) e Índice de Regulación Hídrica (IRH) según la metodología del ENA-2014 o su versión más actualizada.

El estudio hidrológico debe contener la siguiente información:

- Sistemas lénticos y lóticos identificados, así como las cuencas hidrográficas<sup>11</sup> existentes dentro del área de influencia del componente, incluyendo zonas de recarga, las cuales deben estar localizadas en mapas a escala 1:10.000 o más detallada.
- Descripción de los patrones de drenaje a nivel regional, el régimen hidrológico y los caudales característicos de las principales corrientes y de aquellas a intervenir a partir de los registros históricos o calculados de datos diarios de caudales máximos, medios y mínimos (o mensuales, si no existen registros diarios). La presentación del resumen gráfico de las series de caudal debe hacerse utilizando, en lo posible, diagramas de cajas y bigotes (boxplots) en donde se indiquen los valores máximos, medios y mínimos, y los principales percentiles.
- Descripción y localización, mediante un mapa a escala 1:10.000 o más detallada, de la red hidrográfica y el tipo y la distribución de las redes de drenaje.
- Identificación de la dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser afectadas por el proyecto, así como las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones).
- Principales características morfométricas, como área, longitud del cauce principal, elevación media de la cuenca, pendiente media de la cuenca y pendiente media del cauce principal, de las unidades de análisis hidrográficas asociadas a los puntos de

---

<sup>11</sup> Clasificadas de acuerdo a la estructura establecida por el IDEAM para la ordenación y manejo de las cuencas, contemplada en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

intervención, así como de las asociadas con los puntos de información utilizados para la caracterización hidrológica.

En ausencia de información oficial de series históricas de caudales, se pueden implementar metodologías de estimativos indirectos mediante técnicas de regionalización, correlaciones hidrológicas, relaciones área-precipitación-caudal, modelos de simulación hidrológica alimentados con datos espaciales, hidroclimatológicos y de uso y cobertura del suelo, entre otros. Estos métodos se deben implementar en aquellos cuerpos de agua en los que se proyecte intervención directa. Se debe justificar detalladamente la selección de la metodología, sus ventajas y sus limitaciones de acuerdo con la cuenca bajo estudio. Los modelos de simulación hidrológica deben estar debidamente calibrados y validados.

Para este análisis hidrológico, se debe tener en cuenta que la cantidad de información estadística empleada (series de caudal, precipitación, evaporación, entre otras), debe tener por lo menos diez (10) años de registro consecutivo, considerando la información hidrometeorológica disponible para la zona de estudio. En los sitios donde no existe información disponible para las variables a evaluar, se debe realizar una estimación a partir de métodos indirectos. Se debe realizar siempre el tratamiento preliminar de la información utilizada para la estimación y/o análisis de caudales, es decir, se deben hacer los análisis de consistencia, homogeneidad, llenado y extensión de los datos estadísticos utilizados.

#### **5.1.5.1 Calidad del agua**

Se debe realizar la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las corrientes hídricas del área de influencia del componente, susceptibles de intervención por el proyecto (concesión, vertimientos y ocupación permanente de cauces); y de los cuerpos de agua que sean de uso para consumo humano y doméstico (ministerio de ley) o concesión de aguas en los tramos del área de influencia del componente hídrico (Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente y las Microcuencas de acuerdo con la clasificación del IDEAM) incluyendo los tributarios principales de las cuencas que se localicen en el área de influencia del componente. Se deben considerar al menos dos periodos climáticos (época seca y época de lluvias). En todos los casos, la caracterización se debe realizar en los mismos puntos sobre la corriente muestreada.

Los sitios de muestreo deben georreferenciarse y justificar su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal. Éstos sirven de base para establecer el seguimiento del recurso hídrico durante la construcción y operación del proyecto.

Se deben presentar los métodos, técnicas y periodicidad de los muestreos, realizando el análisis de la calidad del agua a partir de la correlación de los datos fisicoquímicos e hidrobiológicos.

En la caracterización de agua se tendrá en cuenta el mercurio y metil - mercurio e incluirlos en el muestreo de sedimentos. Dado el comportamiento natural del mercurio y su tendencia a sedimentarse, es muy posible que las muestras de agua no sean representativas en la determinación de las concentraciones vertidas.

Se deben caracterizar los parámetros definidos en la Resolución 631 de 2015 de acuerdo a los tipos de mineral a explotar para los cuerpos de agua que serán aprovechados por el desarrollo del proyecto para concesiones de agua, vertimientos, ocupaciones de cauce y aquellos presentes en el área de influencia que de acuerdo al análisis de impactos ambientales se podrían ver alterados<sup>12</sup>. Para los sedimentos se debe tener en cuenta los parámetros de la Tabla 4.

**Tabla 3.** Relación de los parámetros fisicoquímicos que se deben medir para caracterizar en la capa de sedimentos de fondo los cuerpos de agua, según el uso y aprovechamiento que se propone dar al mismo con el desarrollo del proyecto y aquellos que sean de uso para consumo humano y doméstico o concesión de aguas

PARÁMETRO		PARA LOS CUERPOS DE AGUA EN LOS QUE SE PROPONEN CONCESIONES Y/O QUE SEAN DE USO PARA CONSUMO HUMANO O DOMÉSTICO O CONCESIÓN DE AGUAS	VERTIMIENTOS DIRECTOS A CUERPOS DE AGUA RECEPTOR
Generales	Unidades		
Grasas y aceites de la capa de sedimentos de fondo	mg/l	X	X
Fenoles de la capa de sedimentos de fondo	mg/l	X	X
<b>Hidrocarburos</b>			
Hidrocarburos Totales (HTP) de la capa de sedimentos de fondo	mg/l	X	X
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	mg/l	X	X
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/l	X	X
Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	mg/l	X	X
<b>Iones</b>			
Cloruros (CL <sup>-</sup> )	mg/l	X	X
Sulfatos (SO <sub>x-2</sub> )	mg/l	X	X
Sulfuros (S <sub>2</sub> )	mg/l	X	X

<sup>12</sup> Incluir en los cuerpos de agua analizados aquellos que de manera directa y de acuerdo a la evaluación de impactos ambientales se verán afectados por los lixiviados de depósitos de sobrantes y drenajes procedentes de las labores de exploración y explotación.

PARÁMETRO		PARA LOS CUERPOS DE AGUA EN LOS QUE SE PROPONEN CONCESIONES Y/O QUE SEAN DE USO PARA CONSUMO HUMANO O DOMÉSTICO O CONCESIÓN DE AGUAS	VERTIMIENTOS DIRECTOS A CUERPOS DE AGUA RECEPTOR
Generales	Unidades		
Cianuros	mg/l	X	x
Calcio	mg/l		x
Magnesio	mg/l		x
Sodio	mg/l		x
<b>Metales y Metaloides de la capa de sedimentos de fondo</b>			
Cinc (Zn)	mg/l	X	X
Cobre (Cu)	mg/l	X	X
Cromo (Cr)	mg/l	X	X
Níquel (Ni)	mg/l	X	X
Mercurio (Hg)	mg/l	X	X
Plomo (Pb)	mg/l	X	X
Selenio (Se)	mg/l	X	X
Vanadio (V)	mg/l	X	X
Cadmio (Cd)	mg/l	X	X
Bario (Ba)	mg/l	X	X

**Nota:** Los puntos de muestreos de sedimentos se deben ubicar en los mismos puntos de caracterización de vertimientos.

**Nota:** En el caso en que el proyecto plantee vertimientos sobre cuerpos de agua superficial, además de los parámetros definidos en la Resolución 631 de 2015, se deben incluir los parámetros propios que requiera cada modelo de acuerdo a sus características.

Se debe realizar el cálculo del Índice de Langelier y de la Capacidad Buffer (Tampón) del cuerpo de agua a fin de implementar las medidas de gestión ambiental respectivas.

Se debe estimar el Índice de Calidad del Agua - ICA y el Índice de Alteración del Potencial de la Calidad del Agua - IACAL para las corrientes Hidrográficas de directa intervención (estableciendo su jerarquía de zonificación de acuerdo establecida lo definido por el IDEAM, que puede ser Subzona Hidrográfica y sus niveles subsiguientes). Se deben

incluir en el análisis los cuerpos de agua tributarios principales y los que tengan concesiones que sean de uso para consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario y/o recreativo.

Si el proyecto considera la disposición final de aguas residuales a través de vertimientos directos a cuerpos de agua, se deben realizar en éstos, las mediciones de los parámetros relacionados anteriormente, tomando los registros en por lo menos dos puntos de muestreo sobre el cuerpo receptor, en el área donde se pretenda hacer el vertimiento (aguas arriba y aguas abajo situado en la mitad de la distancia de mezcla completa estimada desde el punto de la descarga) o los registros que sean necesarios teniendo en cuenta los tributarios presentes aguas abajo, la ubicación de fuentes contaminantes y características hidráulicas del drenaje.

La caracterización de la calidad del agua y de la capa de sedimentos de fondo sobre el cuerpo receptor y los principales afluentes y abstracciones, se debe realizar siguiendo un programa de toma de muestras (utilizando el modelo de tiempos de viaje calibrado), en donde se siga la misma masa de agua que fluye aguas abajo, con el fin de reducir la incertidumbre debida a la variabilidad temporal de las descargas sobre el cuerpo de agua.

Las muestras tomadas deben ser de tipo integrada en la profundidad y en la sección transversal, siguiendo los lineamientos establecidos por el IDEAM<sup>13</sup>. La evaluación de la calidad del agua debe seguir el protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua, elaborado por el IDEAM<sup>14</sup> o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

Todos los muestreos de calidad de agua deben realizarse a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, o la entidad responsable de su acreditación, tanto para la toma de muestras como para el análisis de parámetros. En caso de que no haya laboratorios acreditados para el análisis de algún parámetro, los laboratorios acreditados por el IDEAM pueden enviar la muestra a un laboratorio internacional acreditado en su país de origen o por un estándar internacional, mientras se surte el proceso de acreditación en los laboratorios nacionales.

#### **5.1.5.2 Usos del agua**

Se deben identificar los usos actuales y proyectados de los cuerpos de agua (suministro de agua para consumo humano, generación hidroeléctrica, riego agrícola, recreación, entre otros), que se pueden ver afectados por las actividades del proyecto (vertimiento, captación y ocupación de cauces), para lo cual se debe hacer un levantamiento de información primaria sobre los usos y usuarios del recurso hídrico; no obstante, en el análisis se debe incluir la información que se encuentre disponible referente a: los usos

<sup>13</sup> IDEAM. 2002. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. Bogotá, D. C.

<sup>14</sup> IDEAM. 2007. Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua. Bogotá, D. C.

definidos por los inventarios de usos y usuarios de recurso hídrico realizados por las AAC, los Planes de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA), objetivos de calidad, registros de concesiones, y Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH), SIRH y demás reglamentaciones o fuentes de información existentes, en caso de que existan dichos instrumentos.

Se debe identificar el orden de prioridad establecido en el artículo 2.2.3.2.7.6 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya, cuantificando la demanda por uso en el área de influencia del proyecto y utilizando información presuntiva, primaria y/o disponible por parte de la autoridad ambiental.

En caso de existir Registro de Usuarios del Recurso Hídrico - RURH elaborado por la Autoridad Ambiental competente, se debe consultar y en caso de ser necesario complementar con un levantamiento detallado de todos los usos y usuarios en todos los tramos afectados por el proyecto (vertimiento, captación y ocupación de cauces), esto con el objeto de estimar la demanda hídrica real y potencial.

Así mismo se deben determinar los posibles conflictos actuales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes períodos de retorno, haciendo especial énfasis en los períodos de estío, los conflictos potenciales evidenciados en las herramientas de planificación que disponga la zona de interés y las proyecciones de desarrollo sectoriales definidas en otras herramientas.

Se debe presentar un mapa a escala 1:5.000 o más detallada, que incluya la localización de la información mencionada.

#### **5.1.6 Hidrogeología**

El alcance de este componente está enfocado en la identificación y caracterización del agua subterránea y los acuíferos presentes en la zona, de manera que se pueda establecer una línea base que sirva como punto de referencia para el posterior monitoreo de este recurso en términos de calidad y cantidad.

Para el área de influencia del componente hidrogeológico, se deben identificar los acuíferos de carácter regional y local, sus zonas de recarga y descarga, direcciones generales de flujo, el tipo de acuífero, calidades y tipos de usos actuales, considerando además las investigaciones hidrogeológicas realizadas en la zona por diferentes instituciones, así como los planes de ordenamiento, reglamentación y manejo aplicables que posea la autoridad ambiental competente.

El resultado de la caracterización del componente hidrogeológico es un modelo hidrogeológico conceptual (MHC) que permita integrar la evaluación geológica-geofísica,

la evaluación hidrológica, la evaluación Hidrogeoquímica e isotópica y la evaluación hidráulica e hidrodinámica, del área de influencia del proyecto sobre el acuífero afectado, incluyendo las zonas de recarga, utilizando entre otras la información resultante de las labores de exploración del suelo y subsuelo. En tanto Minambiente adopta la Guía Nacional de Modelación del componente hidrogeológico, se deben seguir los siguientes lineamientos:

#### 5.1.6.1 Evaluación geológica/ geofísica

- **Geología**

A partir de la información analizada en la sección 5.1.1 y 5.1.2 se debe plantear la unificación de las unidades geológicas y se debe generar la cartografía geológica de superficie del área de estudio, a escalas 1:10000 o mayores, de conformidad con los lineamientos y/o protocolos que sean definidos por el Servicio Geológico Colombiano.

Los depósitos de material de excavación minera (botaderos) y los depósitos de relaves deben ser analizados y tenidos en cuenta para la construcción del MHC como un depósito antropogénico con características hidrogeológicas particulares.

- **Geofísica**

A través de la aplicación de métodos geofísicos puede obtenerse información del subsuelo, la cual ayuda a identificar estructuras, fallas, estratificaciones, unidades hidrogeológicas, profundidad del basamento, condiciones de salinidad del agua, etc. Esta información al ser evaluada en conjunto con la cartografía geológica de superficie, la posición de los niveles freáticos y columnas estratigráficas de pozos, permite establecer un modelo geológico – geofísico (profundidad, espesor, continuidad lateral de unidades de interés hidrogeológico), información base para la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual.

Para este análisis se debe efectuar un estudio geofísico representativo del área de influencia del proyecto y en lo posible integrar información de estudios geofísicos efectuados en la región. Se deben procesar e interpretar todos los datos de campo generados por el o los métodos geofísicos empleados. Se debe describir el tipo de método geofísico empleado, justificando su selección de acuerdo con las condiciones geológicas-estructurales particulares del área, georreferenciar los sondeos geofísicos, y la orientación del sondeo en azimut, la interpretación de los mismos y la correlación de las unidades litológicas presentes.

El componente geológico/geofísico debe definir la geometría de las unidades geológicas, espesor total y saturado, continuidad y extensión lateral, identificar las discontinuidades

geomorfológicas y estructurales (fallas, zonas fracturadas, karst), identificar depósitos secos - saturados, propiedades de las formaciones (arenas – arcillas), porosidad y estructura del subsuelo. Se debe presentar el modelo geológico tridimensional describiendo la geometría de las unidades geológicas y sus perfiles.

- **Evaluación hidrológica**

A partir de los resultados del análisis hidrológico del área se debe describir:

- Clasificación cuerpos de agua superficial.

Se deben clasificar los cuerpos de agua superficial en virtud de su conexión hidráulica con los acuíferos entre aquellos que aportan a la recarga de los acuíferos y los que son alimentados por los acuíferos, así como la fluctuación estacional que puede darse en esa conexión. Se deben presentar y analizar las mediciones existentes de la conductancia en el lecho de los cuerpos de agua. Se deben identificar aquellos cuerpos de agua superficial que serán potencialmente afectados por el proyecto y describir el grado de intervención o afectación esperada (pérdida de caudal, agotamiento, etc.).

- Inventario de puntos de agua subterránea.

Se debe efectuar el inventario de puntos de agua subterránea incluyendo pozos (de captación y de despresurización), manantiales, aljibes y piezómetros. Para cada punto se debe identificar: georreferenciación, profundidad, nivel estático, unidad geológica e hidrogeológica captada, caudal de extracción, usos y usuarios del agua, y estado (en uso, inactivo, desmantelado). Se anexará el Formulario Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea FUNIAS. Se deben identificar aquellos puntos de agua subterránea que serán potencialmente afectados por el proyecto y describir el grado de intervención o afectación esperado (descenso del nivel piezométrico, agotamiento, etc.). A partir del inventario se debe diseñar una red de monitoreo de aguas subterráneas que permita medir los niveles piezométricos durante mínimo un año hidrológico.

En caso de que no existan suficientes puntos de agua subterránea representativos para el área se debe contemplar la instalación de piezómetros que garanticen la representatividad de la red de monitoreo.

- **Sistemas de flujo subterráneo.**

A partir de la información piezométrica se deben construir los mapas piezométricos para cada unidad hidrogeológica, se deben clasificar en sistemas de flujo locales, intermedios y regionales, y se deben representar gráficamente las respectivas zonas de recarga, tránsito y descarga (en la medida que estas se encuentren dentro del área de influencia).

Se debe tener en cuenta que para la construcción de los mapas de isopiezas se debe garantizar que los niveles piezométricos hayan sido medidos en puntos que cumplan las siguientes condiciones:

- i. Que se conozca el acuífero captado (ubicación de filtros, diámetro, profundidad total).
- ii. Que cuenten con nivelación altimétrica a cabeza de pozo, o a cota del terreno (m.s.n.m) que permita determinar la cota o nivel del agua subterránea.
- iii. Que los pozos tengan una distribución espacial apropiada para poder correlacionar la información y construir líneas piezométricas.
- iv. Que se cuente con condiciones técnicas en campo e instrumentos de medida adecuados (sonda de nivel, diver, etc.) para la toma de niveles.
- v. Que sea posible obtener niveles estáticos (sin bombeo y sin interferencia de pozos cercanos en aprovechamiento).

#### 5.1.6.2 Evaluación Hidráulica

Deben determinarse las propiedades hidráulicas de las diferentes unidades hidrogeológicas presentes empleando los ensayos hidráulicos. El tipo de ensayo debe ser adecuado para el tipo de medio (poroso, fracturado o kárstico). Las pruebas hidráulicas deben ser a larga duración y la interpretación de los datos debe efectuarse, sustentando y describiendo los métodos analíticos o numéricos empleados. Así mismo se deben aportar los datos medidos en campo durante las pruebas (tipo de ensayo, caudal y sus métodos de medida, niveles referenciados a cotas topográficas, diámetro del pozo, unidades de medida y tiempos) y su respectiva interpretación.

En caso de efectuar pruebas de bombeo o emplear resultados de pruebas efectuadas con anterioridad se debe garantizar que estas sean de larga duración (mínimo 24 horas, garantizando que la curva de abatimiento vs tiempo alcance la estabilidad), que cuenten con prueba de recuperación y que se conozca el diseño del pozo bombeado (profundidad, posición de los filtros, unidad hidrogeológica captada).

Para nuevas pruebas de bombeo, se deben efectuar preferiblemente en época seca, se debe determinar la curva de tendencia natural del nivel piezométrico antes de iniciar la prueba. El tipo de análisis efectuado para interpretar los resultados de la prueba deben sustentarse con gráficas de diagnóstico de ensayos hidráulicos (gráfica simultánea del abatimiento vs tiempo con la gráfica de las derivadas del abatimiento en función del tiempo en escalas log-log y semilog). El análisis de las gráficas diagnóstico debe identificar posibles condiciones de frontera como pozos aledaños, aporte de cuerpos de agua superficial aledaños, goteo (acuíferos semiconfinados), etc. Para la medición de niveles el uso de data-loggers (transductores de presión) y baro-loggers es fuertemente

recomendado teniendo en cuenta la duración de las pruebas. Las pruebas deben efectuarse por personal idóneo.

Los datos deben ser procesados e interpretados por un profesional idóneo para obtener valores representativos de la conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento y la capacidad específica para cada unidad hidrogeológica.

A partir de esos resultados se deben efectuar mapas de las propiedades hidráulicas para cada unidad hidrogeológica y se debe analizar su isotropía.

Se deben clasificar las unidades hidrogeológicas en acuíferos o unidades confinantes. Se clasificarán los acuíferos en libres, confinados o semiconfinados a partir de su coeficiente de almacenamiento.

Del mismo modo se debe clasificar el medio fracturado acuíferos o unidades confinantes (para el caso de fallas que actúen como barreras). Para efectos del presente documento, por acuífero en medio fracturado se entenderá aquel en el que el flujo de agua subterránea se da primordialmente a través de fracturas que no hayan sido ocasionadas o estimuladas por disolución de la roca. Por fractura se entenderá de manera indistinta cualquier fisura o grieta en la roca que cause o no desplazamiento por estrés mecánico e incluye fallas, diaclasas y zonas de contacto entre diferentes litologías. Se deben identificar los rumbos, buzamientos, frecuencia de fracturas, apertura, porosidad y conductividad hidráulica del medio fracturado.

### 5.1.6.3 Evaluación Hidrogeoquímica e Isotópica

- **Hidrogeoquímica**

Para determinar las características hidroquímicas y de calidad del agua de cada unidad hidrogeológica del área de estudio se deben efectuar monitoreos espacialmente representativos de pH, conductividad eléctrica, aniones y cationes ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), Coliformes totales y fecales, E. Coli, SDT, Eh, grasas y aceites, TPH. A partir del balance de aniones y cationes se debe presentar el valor del error analítico (%). Muestras con error analítico superior al 10% no deben ser tenidas en cuenta para ningún análisis. Adicionalmente se debe medir el contenido de metales, metaloides y demás sustancias que de acuerdo a la composición litológica de los materiales presentes puedan estar presentes en aguas subterráneas. Los laboratorios para análisis de las muestras deben estar acreditados por el IDEAM en los parámetros a analizar.

Los resultados deben ser consolidados en la GDB y deben presentarse gráficamente empleando diagramas hidróxicos apropiados que permitan visualizar la clasificación

según el tipo de agua subterránea y se debe analizar la evolución hidroquímica del agua en el sentido del flujo subterráneo. Igualmente se deben construir mapas de isoconcentraciones de iones, pH y conductividad eléctrica.

- **Isotopía**

Se debe efectuar monitoreo de Deuterio ( $2H$ ), Oxígeno 18 ( $18O$ ) y Tritio ( $3H$ ) en agua lluvia, cuerpos de agua superficial (ríos, lagos) y de los acuíferos en puntos representativos del área de influencia del proyecto (pozos, manantiales, aljibes y piezómetros) durante mínimo un año hidrológico. Con base en los resultados se deben establecer las relaciones existentes entre aguas lluvias, superficiales y subterráneas, y emplear los resultados para la identificación de las zonas de recarga, tránsito y descarga, los tiempos aproximados de tránsito, la comparación con la línea meteórica mundial y local y determinar por datación la edad promedio de la muestra.

Las condiciones de muestreo, transporte y almacenamiento de muestras deben seguir los protocolos de la IAEA (International Atomic Energy Agency) y su guía "Isotopos ambientales en el ciclo hidrológico Principios y aplicaciones V 1.0" o aquella que la modifique o sustituya. Los análisis deben ser efectuados por laboratorios nacionales o internacionales debidamente reconocidos y acreditados.

Se debe tener en cuenta que estos monitoreos se deben efectuar antes, durante y después de la explotación minera, con el fin de determinar posibles fluctuaciones en los resultados como consecuencia del proyecto, lo cual debe plantearse en el respectivo Programa de Seguimiento y Monitoreo.

- **Drenajes Mineros Ácidos (DMA)**

En caso de que las rocas del área y/o el mineral a explotar contengan azufre pirítico y otros sulfuros, se debe efectuar una evaluación del potencial de generación de DMA a partir de la formación y neutralización natural de ácido. Para ello se deben determinar el Potencial Neto de Neutralización (NNP) a partir del cociente entre el máximo potencial de neutralización (NP) y el máximo potencial de producción de ácido (AP) desarrollando Ensayos Estáticos en muestras espacialmente representativas de los diferentes tipos de suelo y roca que serán intervenidos por el proyecto.

El análisis debe estimar la calidad de los drenajes (pH y contenido de metales disueltos) y en consecuencia debe ser la base para proponer medidas de manejo específicas para la prevención, control, tratamiento y monitoreo de los DMA.

Cuando el NNP presente una relación NP:AP menor a 3:1 se deben efectuar Ensayos Dinámicos empleando metodologías internacionalmente reconocidas y se deben

proponer medidas de manejo especiales para el control y tratamiento de los DMA durante y después de la explotación minera.

Cuando esta relación sea inferior a 1:1, adicionalmente se debe efectuar un análisis de riesgo de toxicidad en humanos y de ecotoxicidad en ictiofauna, que contemple todos los metales que puedan presentarse en solución en las aguas subterráneas y superficiales a partir de los drenajes que se presentarían desde las paredes de la mina, desde los botaderos y desde los depósitos de relaves en diferentes escenarios de riesgo.

#### **5.1.6.4 Resultados del Modelo Hidrogeológico Conceptual**

Las unidades geológicas deben clasificarse a partir de sus atributos geológicos, hidráulicos, hidrológicos e hidroquímicos y podrán ser combinadas en unidades o capas acuíferos o capas confinantes, Como resultado, se definirán las unidades hidrogeológicas del área.

Se debe presentar para cada unidad hidrogeológica, de manera tabulada y resumida, los atributos numéricos o descriptivos de espesor total y saturado, porosidad (valor y tipo), permeabilidad, conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica, continuidad lateral, litología, clasificación en acuíferos libres, semiconfinados, confinados o unidades confinantes, la clasificación del medio existente en poroso, fracturado o kárstico.

Si se presentan condiciones de alta heterogeneidad y alto grado de fracturamiento se debe realizar una caracterización de las estructuras principales encontradas en el medio fracturado incluyendo rumbos, buzamientos, apertura, frecuencia de fracturas, porosidad y conductividad hidráulica.

Se deben presentar de manera tabulada los atributos numéricos o descriptivos representativos del área de estudio, de los cuerpos de agua superficial que incluyan caudales, lámina de agua promedio, ancho, conductancia y clasificación de acuerdo a su conexión hidráulica con las aguas subterráneas entre aquellos que aportan a la recarga de los acuíferos y los que son alimentados por los acuíferos.

Se deben describir de manera resumida las áreas de recarga y descarga. Se debe determinar el tipo, cantidad y distribución de la recarga y descarga superficial y subsuperficial. Evaluar la incertidumbre asociada a los datos presentados.

Se deben presentar los mapas piezométricos y de direcciones de flujo actual del agua subterránea y se deben presentar los perfiles que identifiquen de manera representativa, los espesores y continuidad lateral de las unidades hidrogeológicas. Se presentará un bloque diagrama que represente tridimensionalmente el sistema.

A partir de la información levantada, procesada e interpretada para la construcción del MHC se deben definir los límites y fronteras del área de estudio para la construcción de un modelo numérico, considerando los rasgos estructurales, geológicos, hidrológicos e hidrogeológicos.

Finalmente se debe efectuar la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación empleando cualquiera de los métodos descritos en el documento “Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación” de Minambiente. Se deben presentar los respectivos mapas que soporten el análisis y su resultado.

#### **5.1.6.5 Modelo numérico del flujo de las aguas subterráneas**

A partir de la información levantada, procesada e interpretada para la construcción del MHC se deben definir los límites y fronteras del área de estudio para la construcción de un modelo numérico de flujo de aguas subterráneas.

Se debe emplear un software de flujo de aguas subterráneas que simule el flujo actual y los cambios que se ocasionarán eventualmente por el proyecto minero en los niveles piezométricos (abatimientos) de las unidades hidrogeológicas identificadas en el MHC. Del mismo modo el modelo debe estimar las pérdidas potenciales de caudal de los cuerpos de agua superficial presentes en el área de influencia del proyecto a causa de los abatimientos.

Para la configuración del modelo numérico se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Software:**  
Se debe emplear un software de uso exclusivo para modelación de aguas subterráneas. Se debe justificar la selección del o los softwares empleados de conformidad con la complejidad del medio simulado.
- **Código Numérico:**  
Se debe describir el código numérico empleado, presentar las suposiciones implícitas y limitaciones del mismo para las simulaciones efectuadas, describir las técnicas de solución que emplea, ecuaciones, condiciones de contorno, parámetros y variables, y cómo todos estos factores pueden afectar los resultados del modelo. Discutir la incertidumbre de los resultados.
- **Dominio del modelo:**  
Se debe presentar el área de estudio del modelo numérico con una imagen georreferenciada superpuesta sobre un plano topográfico. El dominio o área de

modelación será definido y acotado, por los contornos asociados a las cuencas o límites hidrogeológicos identificados en el Modelo Hidrogeológico Conceptual. Los límites del dominio activo de modelación deben estar acordes con estas zonas y trazarse de acuerdo al conocimiento confiable del comportamiento hidráulico del sistema, de tal forma que puedan ser representados mediante condiciones de borde (contorno) conocidas o simples de establecer (carga hidráulica, flujo o mixta). Al momento de definir dicho dominio, se deben clasificar los límites con base a la siguiente distinción: Límite superior o techo, Límite inferior o basamento y Límites laterales o contactos laterales.

- Geometría y malla del modelo:

Se deben describir: i) los elementos geométricos que emplea la malla seleccionada, ii) el número o cantidad de celdas o elementos empleados en el modelo, iii) las dimensiones de las celdas o elementos y justificar la discretización horizontal y vertical de acuerdo a los elementos hidrogeológicos del dominio y de la geometría de la intervención minera y de las fracturas (si existen). En caso de emplear un código basado en diferencias finitas la discretización vertical debe evitar el secado de celdas, lo que las inactiva de la simulación. Para el caso de elementos o volúmenes finitos, los grupos de elementos o elementos discretos de fractura, deben garantizar un grado de refinación progresivo de un elemento de dimensión pequeña a grande para evitar inestabilidades numéricas.

- Condiciones de Frontera:

Se debe presentar en mapa por cada capa y en modo tridimensional (3D), las condiciones de frontera establecidas en el modelo, su descripción, su justificación, clasificación (Dirichlet – Tipo I, Neumann – Tipo II, Cauchy – Tipo III) y asignación de valores numéricos o funciones matemáticas que las estimen durante los pasos de tiempo. Se deben representar las condiciones de frontera empleadas, sus funciones de tiempo y configuración matemática. Para los elementos discretos de fractura se deben justificar las configuraciones geometrías, variables o parámetros asignados, esquema matemático empleados, etc.

- Parametrización:

Presentar la selección de cualquier parámetro numérico usado en el modelo numérico tales como las propiedades hidráulicas, (transitividad, conductividad hidráulica, coeficiente de almacenamiento, etc.), anisotropía, conductancia, coeficientes, etc. Los intervalos o valores asignados para dichos parámetros deben estar acorde con los resultados del Modelo Hidrogeológico Conceptual y datos de campo.

- Datos observados:

Las observaciones para el modelo de flujo corresponden a los niveles piezométricos reportados en cada pozo de observación. Para la construcción del modelo numérico se deben seleccionar aquellos pozos representativos basados en su distribución espacial, calidad y cantidad de información disponible para cada uno. Algunos criterios que deberían cumplir los pozos que sean seleccionados como puntos de observación son: i) estar presentes dentro del dominio activo, ii) presentar registros lo más completos posibles dentro del período de calibración, iii) tener una cota o elevación del nivel de terreno confiable, y iv) conocer la profundidad de su lectura.

- Simulaciones / escenarios:

Se debe efectuar una modelación en régimen permanente (estacionario) simulando las condiciones iniciales antes de la explotación minera, esta debe ser calibrada acorde a las condiciones detalladas más adelante. Igualmente se deben hacer corridas en régimen transitorio donde se incluya el avance de la explotación minera empleando el cronograma aprobado en el Programa de Trabajos y Obras - PTO del proyecto. Para simulaciones en régimen transitorio es necesario tomar la condición inicial del régimen estacionario y especificar el respectivo período de estabilización de los niveles piezométricos a largos tiempos de simulación (años).

- Calibración:

Para la etapa de calibración se debe describir el o los algoritmos de búsqueda empleados y los análisis usados para la calibración del modelo en régimen estacionario. Se deben presentar los resultados respectivos comparando los valores simulados con los valores de la carga hidráulica observada a través de gráficas y comentar los resultados. Se deben describir los parámetros utilizados para la calibración y los valores finales adoptados. Se deben presentar a analizar los estadísticos de calibración como el error cuadrático medio normalizado.

- Análisis de sensibilidad paramétrica:

Se deben presentar los objetivos del análisis de sensibilidad, describir los procedimientos usados, los resultados del análisis y sus efectos en el modelo. El análisis se debe enfocar en parámetros críticos del modelo como las conductividades hidráulicas, constantes, tasas de recarga, etc.

El modelo numérico presentado en el EIA debe ser calibrado previo a la ejecución del proyecto.

La información cartográfica y los datos espaciales deben entregarse de acuerdo con los criterios incluidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante Resolución 1503 de 4 de agosto de 2010, modificada para el componente geográfico mediante la Resolución 1415 de 17 de agosto de 2012 de Minambiente, o aquellas normas que la modifiquen o deroguen.

La información cartográfica para el área de influencia del componente hidrogeológico debe presentarse a escala 1:10.000 o más detallada, localizando puntos de agua, unidades hidrogeológicas, dirección de flujo del agua subterránea y zonas de recarga y descarga.

### **5.1.7 Geotecnia**

Para el área en donde se implementarán las obras y actividades del proyecto se debe presentar la siguiente información:

- Estudio de amenaza sísmica, teniendo en cuenta las normas de sismoresistencia vigentes NSR 2010<sup>15</sup> o la que las remplace o modifique. En caso de que existan estudios locales de Microzonificación Sísmica, éstos deben ser considerados en el estudio.
- Investigación geotécnica/minera: tendrá por objeto levantar, mediante trabajos de campo y laboratorio, la información suficiente y adecuada que permita caracterizar cuantitativamente los materiales geológicos que soportarán todas las obras del proyecto y los procesos de inestabilidad identificados en el área en donde se implementarán las obras y actividades del proyecto.

La investigación geotécnica implicará un programa razonable de exploración directa mediante apiques, trincheras, perforaciones, etc., e indirecta, mediante sondeos geofísicos, geoeléctricos, etc., seleccionados por el responsable del estudio y adecuadamente distribuidos sobre el área de manera que permita garantizar la obtención de la información geotécnica requerida para completar el modelo o modelos geológico-geotécnicos de las diferentes zonas consideradas dentro del área de interés; se debe registrar la localización precisa con coordenadas de los puntos de muestreo.

El trabajo de campo se complementará con un programa de ensayos de laboratorio (propiedades índices y mecánicas) que permita establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación, resistencia u otras propiedades (tales como:

---

<sup>15</sup> Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, modificado por el Decreto 092 de 2011, por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10. Bogotá, D. C.

permeabilidad, potencial de colapso, potencial de tubificación, etc.) de los materiales involucrados, si los mecanismos de falla identificados así lo exigen. Los parámetros obtenidos deben ser además compatibles con las exigencias de las herramientas analíticas que se empleen para evaluar cuantitativamente los procesos de inestabilidad de interés, sobre los modelos geológico-geotécnicos propuestos.

La justificación técnica y los alcances del programa exploratorio de campo y laboratorio, deben ser explícitos en el informe final de resultados, adjuntando soportes de los análisis y resultados y claridad en cuanto a los valores de los parámetros, variables y constantes con que fueron alimentados los modelos.

La Geotecnia debe evaluarse en tres vías diferentes para el proyecto minero:

1. Geotecnia para las áreas de influencia de las obras subterráneas. (contornos del macizo), en el caso de minería subterránea
2. Geotecnia para las áreas de influencia de las labores mineras a cielo abierto, incluyendo los frentes de explotación, zonas de depósitos, presas, áreas industriales, etc.
3. Geotecnia para los corredores de las vías de acceso (en superficie).

Por lo anterior, los análisis que se realicen deben contemplar lo siguiente:

1. Geotecnia obras subterráneas: Con base en los análisis cinemáticos y la caracterización geológica local de los túneles, pozos, inclinados, etc, se debe hacer la respectiva caracterización geotécnica identificando los diferentes niveles de estabilidad de las excavaciones en función de la probabilidad de falla por caída de cuñas, abombamiento u otros procesos que impliquen redistribución de esfuerzos posterior a la construcción del túnel.
2. Geotecnia áreas de influencia de las labores mineras a cielo abierto: conjugar cartográficamente las variables de geología, sísmica geomorfología, suelos de ingeniería, hidrología y meteorología, entregando como resultado la homogenización de polígonos en cuanto al grado de estabilidad de los suelos y susceptibilidad por procesos morfodinámicos e hidrodinámicos. Para el suelo de fundación de presas de relaves (en el caso de metales), el análisis debe incluir lo referente a la condición geológico estructural y la situación sísmica local e igualmente los análisis de estabilidad Global en condición estática y pseudoestática de los taludes de empotramiento de la presa.
3. Geotecnia para corredores de acceso: conjugar cartográficamente las variables de geología, sísmica geomorfología, suelos de ingeniería, hidrología y meteorología, entregando como resultado la homogenización de polígonos en cuanto al grado de estabilidad de los suelos y susceptibilidad por procesos morfodinámicos e hidrodinámicos. El análisis debe incluir los respectivos análisis de estabilidad en

condición estática y pseudoestática de los taludes de corte y rellenos que se realicen en las vías a media ladera.

En caso de que aplique la construcción de túneles para labores de minería subterránea, se debe presentar el modelo geológico prospectado y técnicamente sustentado, del cual se obtenga la siguiente información:

- Definición, localización y cuantificación de las actividades de exploración geológica directa por medio de perforaciones con recuperación de núcleo, e indirecta por medio de prospección geofísica y sus respectivos registros, realizadas sobre los corredores y áreas de las obras subterráneas a construir tales como túneles de desviación, casas de máquinas, pozos, etc.
- Caracterización del macizo rocoso, identificación del estado de las discontinuidades y análisis cinemático del macizo para establecer la posibilidad de falla por la alteración del contorno del túnel
- Identificación de tramos con diferentes calidades de roca, y zonificación geológica a lo largo de los ejes de los túneles, dependiendo del estado del macizo (roca sana, roca parcialmente meteorizada, roca fracturada, roca alterada hidrotermalmente, corredores de falla, etc)
- Análisis de estabilidad y evaluación de la amenaza. Con base en el estudio de amenaza sísmica y la investigación geotécnica, se debe realizar el análisis de estabilidad. Se utilizarán métodos de análisis y cálculo de reconocida validez aplicables a los mecanismos de falla que han sido identificados.

La evaluación de la amenaza se debe realizar para la situación actual, bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo a las que podrá estar expuesta el área de estudio. La aceleración crítica a ser considerada en los análisis de tipo pseudo-estático no podrá ser menor a 2/3 de la aceleración máxima ( $A_m$ ), debidamente justificada.

En la evaluación de la amenaza para la condición más extrema se elaborarán y presentarán mapas de amenaza en escala adecuada que permita realizar la correspondiente lectura y curvas de nivel en lo posible cada 1.0 m, clasificando el área con base en los siguientes criterios:

**Tabla 4** Criterios de análisis para la evaluación de la amenaza sísmica

<b>Grado de amenaza</b>	<b>Condiciones normales FS</b>	<b>Condiciones extrema (500 años) FS</b>
Amenaza Baja	>1.9	>1.9
Amenaza Media	1.2 – 1.9	1.2 – 1.9
Amenaza Alta	<1.2	<1.0

La información geotécnica se debe presentar en planta y perfil en escala 1:5.000 o más detallada, considerando siempre que se debe brindar la suficiente claridad, ilustración y comprensión de las condiciones geotécnicas evaluadas.

Se debe presentar la metodología utilizada para realizar la caracterización geotécnica, incluyendo las conclusiones obtenidas a partir de los análisis geotécnicos realizados como parte de la línea base del proyecto. Las condiciones sísmicas deben estar descritas adecuadamente en particular cuando el proyecto incluya depósitos de relave (presas o embalses).

Se deben desarrollar los ítems necesarios para garantizar la estabilidad física de los taludes definitivos y depósitos o botaderos, y la estabilidad frente a la ocurrencia de procesos de remoción en masa en la etapa de cierre y rehabilitación, para lo cual se utilizarán métodos de análisis y cálculo de reconocida validez aplicables a los mecanismos de falla que han sido identificados.

Con base en lo definido a través del análisis de estabilidad geotécnica, se presentarán los diseños finales de conformación del terreno. La evaluación de la estabilidad geotécnica para la etapa de C&R minera debe incluir los siguientes escenarios:

- Situación de cierre, bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua y de sismo a las que podrá estar expuesta el área de estudio. La aceleración horizontal ( $A_h$ ) considerada en los análisis de tipo pseudo-estático no podrá ser menor al 50% de la aceleración máxima esperada en roca ( $A_m = PGA$ ), debidamente justificada. El sismo con el cual debe realizarse este análisis corresponde al Sismo de Operación con un período de retorno no menor a 50 años.
- Situación post-cierre, bajo condiciones normales y extremas. Se entiende por condición extrema, un fenómeno inusual que puede experimentar los taludes y laderas de la mina como lo son: (1) aumento del nivel freático y saturación de la masa de suelo por la ocurrencia de lluvias extremas o (2) sismo. No es necesario evaluar la estabilidad bajo la superposición de los dos eventos extremos anteriores. El sismo con el cual debe realizarse este análisis corresponde al Sismo Máximo de Diseño con un período de retorno no menor a 475 años.

Adicionalmente, en el caso de taludes definitivos, se deben realizar análisis de estabilidad a escala local (a nivel de bancos entre bermas) y a escala global del talud (“overall”).

### 5.1.8 Atmósfera

Con el objetivo de determinar los posibles impactos a la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, se requiere la línea base que sirva de referencia para una evaluación en cuanto a la evolución a través del tiempo del componente atmosférico.

En concordancia con lo anterior, se debe efectuar una caracterización del área de estudio que cuantifique las fuentes de emisión, calidad del aire y condición climatológica.

#### 5.1.8.1 Meteorología

Se deben identificar, describir y realizar la distribución espacial de las condiciones meteorológicas medias y extremas mensuales multianuales del área, con base en la información de las estaciones meteorológicas del IDEAM existentes en la región y representativas de la zona de estudio analizando como mínimo 5 años de meteorología de la zona.

Los parámetros básicos de análisis son los siguientes:

- Tendencias de vientos anuales.
- Rosas de viento diurna y nocturna.
- Variaciones mensuales de la rosa de viento.
- Determinar si en el área de estudio existen varias condiciones micrometeorológicas de vientos.
- Tendencias en temperatura superficial promedio, temperatura máxima diaria registrada, temperatura mínima diaria registrada.
- Presión atmosférica promedio mensual (mb).
- Tendencias de precipitación durante los últimos años (medias horarias, medias diarias, mensuales y anuales).
- Identificación de época seca y húmeda a través de histogramas de temperatura vs precipitación.
- Humedad relativa: media, máxima y mínima mensual.
- Tendencia de la Radiación solar anual.
- Variaciones mensuales y perfiles horarios de la radiación solar.
- Tendencia de la Nubosidad horaria, mensual y anual.
- Variación de la Nubosidad horaria.

El análisis debe presentarse en un informe que incorpore los datos de cada parámetro y sus respectivas unidades. Para el caso de los vientos se debe determinar predominancias en velocidad y dirección con miras a establecer la dirección consecuente de los contaminantes y su grado de dispersión en la atmósfera, permitiendo de esta manera la

ubicación correcta de los equipos de muestreo que formarán parte del Sistema de Vigilancia a operar en línea base.

Cuando no exista información disponible de estaciones meteorológicas del IDEAM, la información meteorológica puede ser tomada de los datos de re-análisis global, obtenidos directamente de internet, de fuentes confiables y que puedan ser validadas, como por ejemplo modelos de clima o tiempo (CFRS, ERA 40, CAM, WRF, MM5, etc.). Sin embargo, como paso previo a la selección de la fuente de datos se debe realizar un análisis estadístico del error obtenido mediante el proceso de re-análisis, comparando los resultados obtenidos con los datos de algunas estaciones localizadas en la zona de estudio. Para este caso se requiere que el EIA establezca claramente la fuente de la información, anotando el periodo que se analiza, la resolución de la información, el tipo de dato procesado y las variables contenidas en un formato de texto de fácil manipulación y visualización.

#### **5.1.8.2 Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas**

- Identificar y georreferenciar las fuentes de emisión atmosférica existentes en el área de influencia del componente, identificadas en las diferentes fases del proyecto, obra o actividad. Fuentes fijas (puntuales y difusas) y los trazados de operación de las fuentes móviles con sus respectivos aforos.
- Descripción de las fuentes que son objeto de evaluación en las diferentes fases del proyecto, mediante diagramas de flujo del proceso en el que se identifiquen los contaminantes emitidos en cada una de los procesos.
- Identificar y georreferenciar los potenciales receptores de interés en asentamientos (humanos, viviendas, infraestructura social, económica cultural y/o recreativa) y ecosistemas estratégicos que puedan ser afectados en las fases del proyecto, obra o actividad.

La metodología a utilizar para realizar el inventario de emisiones corresponde a la descrita por el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas (MAVDT 2010), en la sección “1.3.1 Información necesaria para evaluar emisiones por factores de emisión”, o el documento técnico que lo sustituya. Para fuentes móviles se pueden utilizar modelos de emisión de fuentes móviles (ej. IVE, MOBILE, MOVES y/o COPERT) combinados con variables locales (distancias viajadas por la flota, velocidades, etc.), o factores de emisión usados internacionalmente. En todo caso se puede incluir información de inventarios de emisiones realizados en el área de influencia, por Corporaciones Autónomas Regionales u otras entidades.

El aforo vehicular a realizar tiene como propósito la identificación de las fuentes móviles que transitan por las vías del proyecto o que se encuentran en el área de influencia.

- El levantamiento de información de la flota vehicular como mínimo deber ser de ocho (8) horas continuas por día, en día hábil y festivo.
- Realizar la identificación y características del punto de aforo.
- Realizar clasificación de los vehículos por peso y tipo de combustible.

### 5.1.8.3 Estimación de la emisión atmosférica

El solicitante debe cuantificar la emisión atmosférica de cada una de las fuentes identificadas en el inventario de emisiones según la normatividad establecida:

- Estimar la masa de descarga de los contaminantes atmosféricos previstos en los procesos y actividades, identificados como fuentes de emisión en las diferentes fases que se tendrán. Esta estimación se debe realizar con base en los lineamientos establecidos por el MADS en el Protocolo para el Control y Vigilancia Atmosférica generada por Fuentes Fijas (Medición directa, Balance de masas, Factores de emisión<sup>16</sup> y Usos simultáneos de procedimiento de medición). Anexar sustento de los cálculos realizados y suposiciones realizadas, e identificar y valorar las variables utilizadas.
- Ubicación de las fuentes de emisión existentes y proyectadas en planos georreferenciados.
- Ubicación de los sistemas y equipos de control existentes y proyectadas en planos georreferenciados.

Incluir el plan de contingencia de los sistemas de control de emisiones.

### 5.1.8.4 Calidad del aire

Se deben presentar los resultados y el análisis de la información concerniente a estudios realizados o soportados adecuadamente sobre la calidad del aire en la zona de influencia del componente atmosférico y actualizada (máximo 2 años) por terceros. En caso de no existir información suficiente y de calidad apropiada, el solicitante debe realizar la línea base, teniendo en cuenta las particularidades del proyecto, las fuentes de emisión emplazadas en el área de influencia del componente, los receptores y el comportamiento de las variables meteorológicas y las declaratorias de área-fuente.

El proceso de captura de información debe estar de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, es decir, monitoreo en combinación de época seca y húmeda (mínimo 1,5 meses en época seca) con mediciones 24 horas, cada tercer día o continuos hasta completar como mínimo 18 muestras en cada estación. Si al analizar los resultados de las primeras 15 muestras se

---

<sup>16</sup> Factores de emisión reportados por EPA-E.E.U.U., EMEP/EEA, EMEP/CORINAIR, NPI/NATIONAL POLLUTANT INVENTORY

obtiene un promedio igual o mayor al 80% del valor de la norma anual de calidad del aire o nivel de inmisión, se debe prolongar el monitoreo hasta completar 24 muestras. (Metodología específica de diseño de un SVCA Indicativo). Se debe instalar como mínimo dos estaciones de monitoreo para el contaminante material particulado PST, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> (estación de fondo y de propósito específico).

Los proyectos, obras o actividades que, en la descripción de los materiales intervenidos, se hallan identificado concentraciones de contaminantes como: arsénico, plomo, cadmio, níquel, cromo y mercurio, o proyectos como plantas de coque, cementeras y siderúrgicas; tendrán que monitorear a nivel de inmisión dichos metales según el método EPA que es aceptado por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, para toma y análisis de muestra.

La caracterización de la calidad del aire debe ser realizada por laboratorios acreditados por el IDEAM tanto para la toma de muestras como para los análisis de laboratorio respectivos.

Los datos e información cartográfica del componente se deben presentar de acuerdo con las especificaciones establecidas en la GDB, teniendo en cuenta los contaminantes atmosféricos previstos en los procesos y actividades mineras identificados como fuentes de emisión.

La anterior información, se debe presentar en mapas a escala 1:10.000 o mayor resolución y de acuerdo con lo establecido en el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.

#### 5.1.8.5 Modelación de Calidad del aire

En tanto Minambiente adopta la Guía de Modelación de Contaminantes Atmosféricos, para la modelación de contaminantes, se deben seguir los siguientes lineamientos:

- **Formulación del problema a resolver mediante la simulación:** procedimiento que conlleva la selección de los procesos a representar y de las escalas y resoluciones a las que se hará la representación. En esta fase se identifican también las fuentes y receptores de interés y se elige el método más adecuado para su representación.
- **Selección y validación de los datos de entrada:** procedimiento estándar dentro del proceso experimental que resulta de suma importancia en razón a que la disponibilidad de los datos es con frecuencia uno de los criterios decisivos en la formulación o selección del modelo matemático. Se deben describir los criterios de selección y validación utilizados.

- **Formalización del modelo matemático:** etapa durante la cual se formulan las ecuaciones diferenciales que representan el proceso, se selecciona la aproximación matemática para la representación del problema (Gaussiana, Lagrangiana, Euleriana) y se define el modelo computacional que mejor represente el problema. En esta etapa se justifican los criterios tenidos en cuenta para la selección del modelo computacional, así como las configuraciones y parametrizaciones utilizadas.
- **Análisis de sensibilidad de los resultados:** durante esta fase se definen bandas de confianza para la simulación. El procedimiento puede realizarse automáticamente para determinar la sensibilidad de cada variable a cada parámetro, mediante variaciones individuales o combinadas.
- **Definición del área de influencia del componente atmosférico o dominio de modelación:** durante esta etapa se determina el área de influencia del componente atmosférico, la cual debe incluir todas las fuentes de emisión y los receptores que se tendrán en cuenta dentro del proceso de modelación. El tamaño del dominio de modelación depende del tipo de fuente, de las emisiones másicas, del tipo de contaminante y del modelo seleccionado para llevar a cabo el estudio. Modelos simples pueden requerir información de las actividades presentes en el dominio de modelación (rural o urbano) y la complejidad del terreno. Para elegir el tamaño del dominio de modelación se deben considerar:
  - Las áreas donde los receptores sean sensibles a la dispersión.
  - Otras fuentes de emisión que deban ser incluidas en la modelación, en la medida que éstas pueden contribuir a la concentración de fondo.

Para determinar el área de influencia del componente atmosférico, se debe proyectar el comportamiento de los contaminantes presentes en el aire y estimar sus concentraciones durante la construcción de la obra. La simulación de las emisiones generadas por cada una de las actividades asociadas al proyecto y de la dispersión de las mismas, debe realizarse utilizando herramientas de modelación y software especializados.

- **Simulación atmosférica de la dispersión de contaminantes:** El objetivo de esta fase es identificar el comportamiento de los contaminantes en el dominio de modelación. Se deben modelar tres escenarios:
  - Primer escenario: Línea base, sin proyecto.
  - Segundo escenario: Operación del proyecto sin medidas de control.
  - Tercer escenario: Operación del proyecto con medidas de control.

Para cada escenario se debe aplicar un modelo de dispersión en cuyo procedimiento se analice, como mínimo: los datos de entrada y de salida (anexar los archivos de entrada y de salida originales del modelo), el procedimiento utilizado y los criterios de selección y validación de la información de entrada; se debe presentar información detallada de los parámetros requeridos para ejecutar la simulación, entre los cuales se encuentran:

- Inventario y posible localización de todas las fuentes de emisión de material particulado que contempla el proyecto, las cuales deben ser incluidas como parte de los datos de entrada para alimentar la modelación (fuentes fijas que a su vez pueden ser dispersas, de área o puntuales, y fuentes móviles). A partir de los criterios aceptados internacionalmente para el análisis de emisiones, se deben estimar las emisiones de cada una de las fuentes del proyecto.
- Análisis de la información meteorológica utilizada (velocidad y dirección del viento, temperatura, altura de mezcla y estabilidad atmosférica, entre otros) y características de la estación o estaciones de donde se tome dicha información. Se deben precisar los análisis de consistencia que se realicen a los datos meteorológicos disponibles y a los utilizados en la modelación. Se debe tener en cuenta que para que un modelo de dispersión provea estimaciones precisas, la información meteorológica usada en el mismo debe ser representativa de las condiciones de transporte y dispersión de partículas (anexar los archivos meteorológicas de modelación y aquellos utilizados para su generación y construcción).
- Información topográfica del área modelada que pueda influir en los resultados de la modelación (anexar los archivos topográficos ingresados al modelo).
- Localización de los lugares o sitios de interés (receptores) sobre los cuales se debe enfocar el análisis del impacto atmosférico, teniendo en cuenta especialmente las áreas pobladas localizadas en el área de influencia del componente (anexar la cartografía base utilizada en la identificación de centros poblados o receptores).
- Información de calidad del aire utilizada para la calibración del modelo y el análisis de las concentraciones de fondo.

Para el caso en que no existan fuentes de emisión (fijas o móviles) en el área de influencia del componente atmosférico, la modelación se referirá sólo al segundo y tercer escenario. Para ello se debe realizar la justificación correspondiente y anexar el estudio de calidad del aire de línea base que verifique la información anterior.

- **Calibración y validación de datos simulados:** el propósito principal de este proceso es definir la metodología mediante la cual van a compararse los resultados del modelo con las concentraciones atmosféricas reales obtenidas mediante

monitoreo de calidad del aire, en un rango que se considere aceptable. Como mínimo, deben calcularse los índices estadísticos típicamente usados en la validación de modelos matemáticos: el coeficiente de correlación, el error cuadrático promedio normalizado y el sesgo fraccional. Estos índices pueden compararse directamente con la coordenada correspondiente en el modelo o calcularse como el promedio de los índices entre el punto observado y las celdas adyacentes al punto<sup>17</sup>.

- **Informe de resultados de modelación:** Los resultados de la modelación deben ser reportados de manera concisa y clara. El desarrollo de la modelación debe indicar cuáles son los aportes de contaminación producto de las actividades del proyecto, en relación con las concentraciones de fondo y los aportes de las fuentes ajenas al proyecto que tienen incidencia en la zona, haciendo estimaciones de inmisión para las áreas de asentamientos humanos y zonas críticas identificadas. Por otra parte, la modelación debe permitir:
  - a) Identificar las zonas de mayor incremento en la presencia de contaminantes de interés para cada uno de los escenarios del proyecto.
  - b) Valorar la magnitud del impacto ocasionado por los procesos del proyecto, obra o actividad, sobre las condiciones de la calidad del aire en poblaciones potencialmente afectadas con un 90% de confiabilidad, teniendo en cuenta el marco normativo vigente (Resolución 610 de 2010).
  - c) Identificar el aporte de contaminantes que realiza cada fuente o grupos de fuentes sobre la calidad del aire.

La estructura del informe debe corresponder a la siguiente:

Sección	Contenido
Objetivo de la modelación / simulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción del problema a representar y las preguntas a responder.</li> </ul>
Modelo conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de las fuentes: número, tipo, ubicación, geometría, altura, etc.</li> <li>• Características de la emisión: contaminantes emitidos, tasas de emisión, factores de emisión, temperaturas, velocidades, etc.</li> <li>• Condiciones iniciales y de frontera: concentración de fondo, topografía, usos del suelo y coberturas, información meteorológica inicial (sondeos, superficie, salida de modelos mesoescala).</li> </ul>
Descripción del modelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características del modelo: ecuaciones que lo gobiernan, métodos de solución, simplificaciones y limitaciones, etc.</li> </ul>

<sup>17</sup> Grašič, B., P. Makar and M. Z. Božnar, 2011: Method for validation of Lagrangian particle air pollution dispersion model based on experimental field data set from complex terrain. V: NEJADKOORKI, Farhad (ur.). Advanced air pollution. Rijeka: InTech, cop. 2011.

Sección	Contenido
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relaciones entre el modelo conceptual y el modelo utilizado: uso de la información, congruencia en las simplificaciones, referencias de usos anteriores.</li> </ul>
Calibración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de parámetros a calibrar: variables respuesta asociadas al parámetro, análisis de sensibilidad al parámetro, etc.</li> <li>Estrategia de calibración: minimización de indicadores de error y sesgo, maximización de indicadores de bondad de ajuste, etc.</li> <li>Criterio de calibración y resultado de la prueba: descripción de estadísticos, límites de aceptación, referencias relevantes, tabla de evaluación.</li> </ul>
Validación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de los escenarios de validación: diferencias con el escenario calibrado, cambios en el modelo conceptual, etc.</li> <li>Criterios de validación y resultado de la prueba: descripción de estadísticos, límites de aceptación, referencias relevantes, tabla de evaluación.</li> </ul>
Escenarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de los escenarios: propósito del escenario, modificaciones requeridas sobre el modelo base, etc.</li> <li>Evaluación de los escenarios: congruencia de los resultados, evaluación normativa, análisis del resultado en virtud del propósito, etc.</li> <li>Contraste de escenarios: congruencia, selección de alternativas, etc.</li> </ul>
Análisis de resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de los resultados de calibración y validación.</li> <li>Valores simulados (presentados en tablas), estadísticos, gráficos, mapas, etc. Según sea relevante.</li> <li>Análisis de las concentraciones simuladas en términos de la normatividad aplicable.</li> </ul>
Conclusiones y Recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Congruentes con el objetivo y las preguntas.</li> </ul>
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Referencias a trabajos citados</li> </ul>
Anexos electrónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Archivos de entrada y salida, archivos de control y demás información necesaria para reproducir los resultados.</li> </ul>

Los mapas de dispersión de contaminantes se deben presentar con el tiempo de exposición para cada parámetro en términos de la normatividad vigente, teniendo en cuenta la adición de la concentración de fondo, con la cual se determine el área de afectación debido a las fuentes presentes hacia cada uno de los receptores o centros poblados identificados.

Los datos e información cartográfica del componente se deben presentar de acuerdo con las especificaciones establecidas en la GDB. La anterior información se debe presentar en mapas a escala 1:10.000 o más detallada y de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.

## 5.1.8.6 Ruido y vibración

### 5.1.8.6.1 Inventario de fuentes de generación de ruido

Para el área de influencia del componente atmosférico (ruido) se deben identificar y georreferenciar:

- Las fuentes de generación de ruido y vibración existentes. Respecto a las primeras clasificadas por fijas, de área y los trazados de operación de las móviles con sus respectivos aforos.
- Información del flujo vehicular en un lapso mínimo de veinticuatro (24) horas continuas por día, en día hábil y festivo, que debe incluir periodos de mayor y menor flujo y la clasificación de los vehículos por peso y tipo de combustible.
- Identificación y características del punto de aforo (como mínimo ancho de calzada, número de carriles, material de rodadura de la vía, pendiente).
- Los potenciales receptores de interés en asentamientos (humanos, viviendas, infraestructura social, económica, cultural y/o recreativa) y ecosistemas estratégicos en el área de influencia del componente atmosférico.

### 5.1.8.6.2 Metodología de monitoreos

Se debe realizar un muestreo de los niveles de presión sonora (ruido ambiental) en las zonas que se hayan identificado como las más sensibles (entre las que se deben considerar: áreas habitadas, zonas de actividades pecuarias, áreas con especial presencia de fauna silvestre como las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves - AICAS, entre otras) y áreas donde se identifiquen fuentes de generación de ruido (áreas con presencia de actividades industriales, comerciales) que interfieran de manera significativa en el clima sonoro de la zona objeto de estudio, de tal manera que se constituyan en la línea base del proyecto. Los muestreos deben realizarse de conformidad con los parámetros y procedimientos establecidos en la normativa vigente.

Los muestreos se deben ejecutar conforme a la ubicación de las fuentes de emisión que hagan parte del proceso constructivo y operativo, de manera que permitan analizar las emisiones sobre las áreas sensibles, siguiendo la metodología establecida en la Resolución 0627 del 2006 suscrita por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El número de puntos de muestreo debe ser significativo para cubrir las zonas posiblemente afectadas. Igualmente se deben definir parámetros, valores máximos permisibles, procedimientos, tomando como base la normatividad nacional y utilizando *software* especializados de ruido. Para los muestreos se deben tomar registros en

horarios diurnos y nocturnos mínimo tres (3) días a la semana, uno de los cuales debe ser domingo.

#### **5.1.8.6.3 Presentación de informes**

Se debe presentar un informe de los puntos muestreados, con una descripción clara de las fuentes sonoras que influyen en las mediciones, tipo de emisión y modo de operación. Se deben anexar los reportes de los muestreos sin procesamiento, junto con la memoria de sumatorias de niveles y aplicación de los ajustes K en formato Excel.

Se deben presentar en planos las curvas de igual presión sonora (isófonas) en el área de influencia del componente; estos niveles, se deben comparar con los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental. En el caso de que los niveles registrados superen los establecidos en la norma, debido a fuentes de emisión naturales o fuentes diferentes a las del proyecto, se debe realizar el respectivo análisis sustentado técnicamente. Es importante que en este análisis se incluyan los niveles de presión sonora existentes y su comportamiento al introducir nuevas fuentes.

Se debe realizar una simulación que permita proyectar los niveles de presión sonora que pueden llegar a generarse como producto de la realización de las obras de construcción y las actividades de operación del proyecto, con la cual se pueda visualizar y evaluar la afectación que, sobre receptores sensibles, tengan los niveles de presión sonora monitoreados. La simulación para la etapa de operación debe demostrar que se cumplen los niveles previstos de la Resolución 0627 de 2006 o la que la modifique, sustituya o derogue; con base en esta información si es del caso, se debe proponer medidas de mitigación del impacto por ruido.

Se deben incluir las previsiones establecidas en el Capítulo I, Título 5, Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, y en las normas que lo modifiquen, sustituyan o deroguen. En particular se deben tener en cuenta las especificaciones consignadas en el artículo 2.2.5.1.5.12 del citado Decreto con relación a las zonas de amortiguación de ruido.

#### **5.1.8.6.4 Vibraciones**

Para vibración se deben realizar muestreos de vibraciones conforme a lo dispuesto en la DIN 4150 (DIN 2001a, DIN 2001b, DIN 2001c), en la zona de estudio, orientados a caracterizar la emisión natural, así como en las áreas cercanas a ubicaciones proyectadas de instalaciones o actividades que sean generadoras de vibraciones.

Las mediciones de vibraciones se deben ejecutar utilizando sensores sísmicos y equipos de almacenamiento y procesamiento de datos que permitan evaluar los diferentes parámetros de aceleración y velocidad. Estos sensores darán como resultado la aceleración del suelo

en tres ejes ortogonales, en bandas de tercio de octava desde 1 Hz a 315 Hz y la función de transferencia que sufre la señal hasta llegar al receptor.

El propósito de la medición es realizar una evaluación general que permita estimar los niveles globales de vibración del suelo que puedan llegar a generar riesgo o daño cosmético en las edificaciones dentro del área de influencia de la explotación minera. El enfoque básico para la evaluación general es definir dos o más puntos de medición que permitan determinar la vibración global de la superficie del suelo en función de la distancia desde la fuente.

Las mediciones de vibración ambiental se deben realizar al aire libre, pero cerca de las edificaciones receptoras con el fin de estimar de manera global si los valores de vibración generados por la explotación minera pueden estar generando daños en las edificaciones y/o molestias de confort de la población de acuerdo con los estándares internacionales.

## 5.2 MEDIO BIÓTICO

Se debe suministrar la información relacionada con las características cualitativas y cuantitativas de los diferentes ecosistemas presentes en el área de influencia de los componentes del medio biótico, determinando su funcionalidad y estructura, como un referente del estado inicial (línea base) previo a la ejecución del proyecto. Para tal efecto, la información debe ser procesada y analizada en forma integral.

La obtención de la línea base biótica se fundamenta, entre otras, en la realización de inventarios y caracterizaciones de la biodiversidad, que por lo general incluyen actividades de recolección de especímenes de la diversidad biológica.

Dada la necesidad de contar con información precisa y confiable para la toma de decisiones, se resalta la necesidad de desarrollar la caracterización del medio biótico bajo metodologías acertadas y rigurosas, llevadas a cabo por profesionales con conocimiento de los grupos biológicos objeto de estudio, y con experiencia en las técnicas y métodos de campo, y laboratorio.

Actualmente, existen muchas metodologías y manuales que guían la obtención de información biológica básica confiable para la toma de decisiones (p.e. Métodos para medir la biodiversidad de Moreno 2001, Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera de Halffter *et al.* 2001, Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de la Biodiversidad de Villareal *et al.* 2006, entre otros). La selección de una o varias metodologías debe obedecer al cumplimiento de algunos requisitos básicos: se deben seleccionar métodos que suministren información representativa del (los) atributo(s) a medir y cubran de manera adecuada la heterogeneidad del área geográfica a estudiar (Villarreal *et al.* 2006). Adicionalmente, la estandarización de las metodologías

permite replicar los muestreos en distintas condiciones (geográficas, temporales, logísticas) y realizar comparaciones.

Para la caracterización del medio biótico se debe guardar correspondencia con los aspectos metodológicos establecidos en el permiso de estudio que sea otorgado por la autoridad ambiental competente y en los demás requerimientos establecidos mediante la Sección 2, Capítulo 9, Título 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 “*por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales*”, o el que lo modifique, sustituya o derogue.

Nota: No se pueden utilizar métodos químicos o de envenenamiento para realizar los muestreos o monitoreos de fauna (incluyendo fauna íctica), así como tampoco se permite el uso de trampas para captura que sean en esencia letales (p.e. trampas de golpe para micromamíferos).

### 5.2.1 Ecosistemas

A partir de la metodología planteada en el documento “Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia”<sup>18</sup> (2007) o versiones oficiales posteriores, se debe construir el mapa respectivo para el proyecto a escala 1:25.000 o más detallado (p.e. 1:10.000 de acuerdo a las especificaciones del proyecto), donde se identifiquen y delimiten los ecosistemas naturales y transformados presentes en el área de influencia de los componentes del medio biótico, incluyendo los ecosistemas acuáticos.

Las coberturas de la tierra asociadas a cada ecosistema se deben definir, sectorizar y describir según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010<sup>19</sup>) o versiones oficiales posteriores. Esta nomenclatura puede ser modificada durante la fase de producción, según el uso que se va a hacer de cada clase. Sin embargo, ninguna modificación se puede hacer en los niveles 1, 2 y 3 (coherencia con la nomenclatura de Europa y América Norte y Central). Los mapas de cobertura vegetal y uso actual del suelo se deben elaborar a escala de trabajo o captura 1:7500 y de presentación 1:25.000 o más detallada (p.e. 1:10.000 de acuerdo a las especificaciones del proyecto).

---

<sup>18</sup> IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C., 276 p. + 37 hojas cartográficas.

<sup>19</sup> IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. – Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., 72p.

## 5.2.2 Ecosistemas terrestres

- **Flora**

Para la caracterización de este componente, es necesario partir de la revisión de la información existente sobre la flora potencialmente presente en el área de influencia del proyecto.

Se pueden tener como referencia los documentos:

- El “Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia”  
<http://www.sibcolombia.net/web/sib/home>.
- El catálogo de plantas y líquenes de Colombia,  
<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es>
- Las colecciones científicas en línea del Instituto de Ciencias Naturales – ICN de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá  
<http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>.

La caracterización de cada unidad de cobertura se puede abordar a través de la aplicación de los principios de la ecología vegetal, por estar relacionada con el manejo forestal, las evaluaciones de impacto ambiental y los estudios de conservación. Independientemente de la metodología utilizada, la caracterización de la cobertura vegetal del área de influencia debe definir el tipo de muestreo a emplear. Algunos de estos tipos de metodologías aplicables para caracterizar coberturas vegetales, son:

- Patterns of Neotropical plant species diversity de Gentry (1982)
- Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales de Braun Blanquet (1979).
- Metodología para el estudio de la vegetación de Matteuci y Colma (1982).
- Métodos de estudio de la vegetación de Rangel y Velásquez (1997).
- Caracterización biológica de plantas (en paisajes rurales) de Lozano-Zambrano y colaboradores (2009).

Se puede emplear cualquiera de los métodos anteriormente citados u otras técnicas que cumplan con la validez científica suficiente, la cual a su vez debe ser sustentada con el fin de dar confiabilidad de los resultados obtenidos.

Con base en lo anterior, se deben surtir como mínimo las siguientes fases:

- Fase previa: se basa en una revisión de fuentes secundarias e incluye la revisión del estado actual del tema. En ésta fase se debe efectuar la delimitación de la zona de

estudio, caracterización del medio abiótico y biótico (cartografía), determinar el estado real de la cobertura vegetal (aerofotografías, imágenes de satélite, utilización de bibliografía, trabajos monográficos, artículos, en revistas preferiblemente indexadas, mapas) y definir y establecer los límites de las unidades de vegetación.

- Fase de muestreo: en campo, se debe llevar a cabo directamente la verificación de datos obtenidos en la fase anterior y efectuar la toma de muestras a partir de metodologías para el estudio de la vegetación reconocidas científicamente.

Para ello se debe definir el número adecuado de muestras (según el tipo de muestreo definido por el usuario), empleando alguno de los siguientes métodos:

- A través del método matemático
- Método promedio corrido
- Método curva especie-área
- Método curva especie-distancia

El muestreo estadístico para unidades de coberturas leñosas debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%.

El tamaño de las parcelas depende de las unidades de vegetación que se identifiquen, del tamaño de las mismas, de las categorías de tamaño de los individuos, del tamaño y/o grado de heterogeneidad del área de muestreo, y/o la riqueza y/o diversidad de las especies. Por tanto, se debe planificar una o varias metodologías de muestreo para caracterizar adecuadamente cada una de las unidades de vegetación identificadas en la fase anterior.

Dentro de las variables que se deben medir para la adecuada caracterización, dependiendo del tipo de vegetación, se debe incluir como mínimo, allegando en tablas o cuadros los siguientes datos:

- Diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP)
- Área basal
- Altura total
- Altura del fuste (altura comercial)
- Volumen total y comercial

Los individuos registrados deben ser identificados a nivel de especie o al nivel taxonómico más detallado posible. La nomenclatura taxonómica debe estar de acuerdo con el catálogo de plantas y líquenes de Colombia (<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es>), The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>), y/o Angiosperm Phylogeny Website (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>). En el caso de identificar durante los

muestreos la presencia de especies endémicas, en veda a nivel nacional o regional (plantas vasculares y no vasculares), o en categorías de amenaza de acuerdo con lo establecido en la Resolución 192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN Red List por sus siglas en inglés), los libros rojos de Colombia y los apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se deben presentar las coordenadas respectivas. Asimismo, se debe reportar a las entidades competentes (tales como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el SINCHI y el IIAP), las especies nuevas identificadas.

➤ Fase de análisis

Con el fin de determinar las características de composición y estructura de cada unidad de cobertura se deben tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos:

- Densidad Frecuencia
- Abundancia
- Dominancia
- Estado sucesional.
- Grado de sociabilidad y estructura espacial.
- Diagnóstico y análisis de la regeneración natural (dinámica sucesional para brinzales y latizales).
- Perfiles de vegetación por unidad de cobertura vegetal, con su respectivo análisis.
- Superficie (expresada en hectáreas) de las unidades de cobertura vegetal y uso actual del suelo identificadas y su porcentaje de participación con respecto al área total del proyecto.

Para dar cumplimiento a lo anterior se debe realizar el cálculo de índices como:

- Diversidad: Shannon-Simpson
- Similaridad: Sorensen-Jaccard-Coeficiente de mezcla-IVI
- Grado de agregación
- Riqueza de especies (Margalef y Menhinick)

Con el objeto de determinar la representatividad del muestreo de las coberturas boscosas, lo que permite dimensionar el alcance de los resultados y conclusiones del estudio, se deben realizar curvas de acumulación de especies en función del área muestreada. Para analizar el crecimiento del número de especies inventariadas por

unidad de superficie, se puede utilizar el programa EstimateS 9.1.0, disponible en Internet en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstimateS.php>, así como tener en cuenta el Capítulo 7, Anexo 7.2 del Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villareal *et al.* 2006), para revisar lo concerniente al procesamiento de datos.

Asimismo, se debe presentar un cuadro resumen por tipo de cobertura vegetal de los principales parámetros estadísticos conducentes al cálculo del error de muestreo.

➤ Carbono y Biomasa

A partir de la información recolectada en la fase de muestreo se debe realizar la estimación de carbono y biomasa de los individuos inventariados y determinar su contenido por cobertura vegetal; para lo cual debe utilizar la metodología actual implementada por el IDEAM, como, por ejemplo, el estudio Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia.<sup>20</sup>

➤ Análisis de fragmentación<sup>21</sup>

Para el análisis de fragmentación se utilizarán las unidades de cobertura vegetal de tipo natural y seminatural en dos temporalidades como mínimo, con el fin de hacer la caracterización empleando métricas de parche (p.e distancia euclidiana al vecino más cercano), métricas de clase (p.e. área total, número de parches, distancia de borde, radio de giro, índice de forma, índice de dimensión fractal) y métricas de paisaje (índices de diversidad) que permitan definir el estado actual del área y la dinámica de la zona en términos de tamaño, número de parches, aislamiento, forma y la identificación de los agentes que más contribuyen con el cambio.

De manera complementaria al uso de métricas, se deben realizar los análisis de conectividad (estructural o funcional) empleando para esto la información de las temporalidades y enfocado en la descripción de los elementos que más aportan a la conectividad del territorio como una medida de la sostenibilidad del hábitat, resultados que deben contrastar con la identificación de áreas nucleares del área de influencia.

---

<sup>20</sup><http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13548/Estimaci%C3%B3n+Carbono+2010.pdf/e0861b29-7cf2-4c43-8fd3-ea50cbbba7db>

<sup>21</sup> Se pueden utilizar herramientas de Sistemas de Información Geográfica – SIG para realizar los análisis de fragmentación.

- **Fauna**

- Fase previa

Para la caracterización de este componente, es necesario partir de la revisión de la información existente sobre la fauna potencialmente presente en el área de influencia del proyecto.

Se pueden tener como referencia, entre otros, los documentos:

- El “Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia”  
<http://www.sibcolombia.net/web/sib/home>.
- Las colecciones científicas en línea del Instituto de Ciencias Naturales – ICN de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá  
<http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>.

La obtención de la línea base del componente fauna, se fundamenta entre otras en la realización de inventarios y caracterizaciones de la biodiversidad, que por lo general incluyen actividades de recolección de especímenes de la diversidad biológica, bajo metodologías acertadas y rigurosas, que contemplan registros directos (visuales, auditivos, capturas) e indirectos (rastros, huellas heces, indicios), los cuales pueden ser complementados con entrevistas estructuradas a los habitantes locales.

Para que la información sea válida, se hace necesaria la utilización de métodos estandarizados desarrollados, entre otros, por instituciones reconocidas como el Instituto Alexander von Humboldt (p.e. Manual de métodos para desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villareal *et al.*, 2006), Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales (Lozano-Zambrano *et al.*, 2009), Peces de los Andes de Colombia (Maldonado *et al.*, 2005), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, The Nature Conservancy-TNC (p.e. Un Enfoque en la Naturaleza: Evaluaciones Ecológicas Rápidas (Sayre *et al.*, 2002)), Conservación Internacional Colombia (p.e. Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina (Angulo *et al.*, 2006), que garanticen la representatividad de la fauna en el área donde se desarrolla el muestreo.

- Fase de muestreo

Para el muestreo debe plantear un diseño muestral que garantice que la recolección de información sea representativa del área de estudio para cada unidad de cobertura vegetal, a partir de la implementación de metodologías reconocidas científicamente.

Entre los métodos más representativos para el estudio de la fauna se destacan:

- Herpetofauna: el método general de recolección por tiempo definido, el método estandarizado de transectos con búsqueda libre y sin restricciones diurna y nocturna para la obtención de registros visuales y/o auditivos (machos adultos de anuros durante la época reproductiva), y la captura directa.
- Aves: transectos lineales de ancho fijo o variable, o muestreo por puntos de conteo para la obtención de registros visuales y auditivos de las aves, tomando nota de los atributos biológicos y ecológicos que sean posibles. Adicionalmente, se recomienda instalar redes de niebla en sitios estratégicos como proximidades de cuerpos de agua, vegetación en floración y/o fructificación, y depresiones de relieve.
- Mamíferos: para caracterizar los mamíferos es necesario estudiar los mamíferos pequeños, medianos y grandes tanto terrestres como voladores. Se deben aplicar varias metodologías para obtener un listado completo de este grupo de vertebrados. Es importante tener en cuenta que en algunos casos se deben recolectar especímenes en campo más que todo en grupos como los pequeños roedores y murciélagos, ya que su determinación taxonómica solo se puede hacer de acuerdo a algunas características de su morfología animal (Morales *et al.* 2004). En todo caso se recomienda solo preservar con fines científicos los especímenes estrictamente necesarios.
  - Para mamíferos terrestres pequeños: instalar trampas Sherman en los sitios que se consideren más adecuados dependiendo del tipo de cobertura a muestrear. Se deben identificar todos los individuos hasta especie, y cuando no sea posible hacerlo se colectará el ejemplar.
  - Para mamíferos terrestres medianos y grandes: realizar transectos de registro y observación, diurnos y nocturnos que cubran la mayoría de la unidad(es) de cobertura a muestrear. En estos transectos se registran los indicios (huellas, heces, comederos, etc.) y en lo posible se hacen observaciones directas de los mamíferos registrando los atributos biológicos y ecológicos que sean posibles. Adicionalmente a los transectos de observación, se establecerá una línea de muestreo para la ubicación de trampas Tomahawk y/o fototrampeo (cámaras trampa).
  - Para mamíferos voladores: instalar redes de niebla, en sitios estratégicos de paso de murciélagos como quebradas y depresiones en el relieve. Se deben identificar todos los individuos hasta especie, y cuando no sea posible hacerlo se colectará el ejemplar para que sea determinado por expertos.

Cabe recordar que la máxima eficiencia y efectividad en llevar a cabo muestreos breves de fauna, se alcanzaría empleando una combinación de varios métodos, como los anteriormente sugeridos.

La determinación taxonómica de algunos especímenes de fauna requiere del estudio de caracteres en laboratorio para el desarrollo de la misma como, por ejemplo, el conteo de escamas y revisión de las mismas para la mayoría de los reptiles, así como la revisión de cráneos para mamíferos pequeños como murciélagos o ratones. Es importante precisar que el registro fotográfico no siempre es suficiente para la posterior identificación taxonómica de las especies, ya que en muchos casos es necesaria la observación de caracteres diagnósticos *in situ*, que no son fáciles de observar en las fotografías (p.e. datos cromáticos para la identificación de anfibios). Por tanto, se enfatiza que la recolección definitiva de especímenes es una actividad científica de gran importancia y utilidad para el desarrollo de los inventarios y caracterizaciones de línea base.

#### ➤ Fase de análisis

Las especies registradas deben ser determinadas a nivel de especie o al nivel taxonómico más detallado posible. La nomenclatura taxonómica debe seguir la versión más actualizada de las siguientes autoridades: para anfibios Amphibian Species of the World (<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>), reptiles The reptile database (<http://www.reptile-database.org/>), aves la American Ornithologists' Union (<http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>), y mamíferos Mammal species of the world (<http://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/>).

Con la información colectada se deben elaborar matrices primarias de datos basadas en los listados de especies. Para cada una de las especies se, debe registrar como mínimo la siguiente información: tipo de registro (observación, auditivo, captura, indicio, entrevista), y parámetros ecológicos (distribución altitudinal, dieta, hábitat, abundancia relativa, endemismo, rareza, vulnerabilidad, migración y uso).

Con el objeto de determinar la representatividad del muestreo, lo que permite dimensionar el alcance de los resultados y conclusiones del estudio, se debe realizar la predicción de la riqueza específica como una función de la acumulación de especies, al relacionar los valores observados de la riqueza con los valores esperados a partir de estimadores paramétricos o no paramétricos. Para estimar los valores esperados de riqueza se puede utilizar el programa EstimateS 9.1.0, disponible en Internet en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstimateS.php>, así como tener en cuenta el Capítulo 7, Anexo 7.2 del Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villareal *et al.* 2006), para revisar lo concerniente al procesamiento de datos.

Asimismo, se debe analizar la estructura para cada uno de los grupos en estudio, con base en atributos de composición, riqueza y abundancia de cada taxón para cada una de las unidades de cobertura presentes en el área de estudio. La diversidad local debe ser cuantificada a partir de índices de riqueza y dominancia como el de dominancia de Simpson, de diversidad de Shannon-Weiner, o el de Margalef. En lo que respecta al recambio de especies entre comunidades se pueden utilizar índices como el de Bray-Curtis, de similitud de Jaccard o el de complementariedad.

Es de anotar que los parámetros bioecológicos y de interés, no son los únicos que se pueden considerar, éstos pueden ser ampliados, en cuyo caso se hace más importante la información recolectada.

Para establecer la categoría de amenaza de las especies, se deben tomar como base, la Resolución 192 de 2014 de Minambiente, o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, los listados de especies amenazadas de la IUCN, los libros rojos de Colombia y los apéndices I, II y III de la CITES. Asimismo, se debe reportar a las entidades competentes (tales como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el SINCHI y el IIAP), las especies nuevas identificadas.

### 5.2.2.1 Ecosistemas acuáticos

Con el fin de determinar la composición y estructura de la hidrobiota existente en los ecosistemas acuáticos presentes en el área de influencia, se deben caracterizar las comunidades hidrobiológicas a partir de muestreos de perifiton, macroinvertebrados asociados al bentos y fauna íctica en sistemas lóticos y lénticos, y adicionalmente muestreos de plancton (fito y zoo) y macrófitas en sistemas lénticos. Con base en información de densidad, abundancia, cobertura o extensión, dominancia, biomasa y aspectos fisicoquímicos, entre otra información, obtenida para las familias, géneros, especies o grupos de organismos característicos, y empleando las herramientas estadísticas e índices ecológicos que se consideren adecuados, se deben analizar sus diferentes hábitats, su distribución espacial y temporal (para época de lluvias y época seca) y las interrelaciones que tienen con otros grupos de organismos y otros ecosistemas. Asimismo, se deben analizar estas comunidades como indicadores de calidad biológica<sup>22</sup> del agua a partir de la correlación de los datos fisicoquímicos registrados en los muestreos. Finalmente, para todos los grupos hidrobiológicos se debe analizar la expresión de su composición y estructura, en función de las variables ambientales que se hayan medido *in-situ* y de manera simultánea.

---

<sup>22</sup> Para la estimación de los indicadores se puede tomar como referente la Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014), o los Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional – ERA (IDEAM, 2013).

Los muestreos para la caracterización deben considerar al menos dos (2) periodos climáticos (aguas altas y aguas bajas). Con el fin de realizar análisis multitemporales se debe tener en cuenta información secundaria disponible para diferentes periodos de tiempo, de cada uno de los periodos climáticos mencionados.

Los sitios de muestreo deben corresponder con los sitios donde se realizó la caracterización fisicoquímica del agua, y deben georreferenciarse y justificar su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal (en relación con los sitios a intervenir por el proyecto, y las actividades asociadas).

Para la fauna íctica, adicionalmente se debe:

- Identificar y caracterizar la fauna íctica de mayor importancia ecológica y económica asociada a los principales cuerpos de agua.
- Identificar la presencia de metales pesados en la fauna íctica, mediante análisis toxicológico; la muestra debe ser significativa y debe ser tomada en los cuerpos de agua que serán objeto de intervención y en aquellos que de acuerdo al análisis de impactos ambientales se podrían ver alterados por el desarrollo del proyecto.
- Identificar las especies migratorias, en veda, y/o endémicas.
- Presentar la información requerida en la sección: 5.2.1.1 Ecosistemas terrestres – Flora y fauna- incisos: a, b, d, e, f, g, h, i, j, y k.

#### **5.2.2.2 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas**

Se debe especificar si en el área de influencia de los componentes del medio biótico se presentan:

- Áreas protegidas (de carácter público o privado) legalmente declaradas.
- Otros instrumentos de ordenamiento/planificación, así como otras áreas de reglamentación especial (p.e. áreas de reserva forestal de Ley 2ª de 1959, Reservas de la biosfera, entre otros).
- Ecosistemas estratégicos identificados a nivel local, regional, nacional, y/o internacional (p.e. humedales, páramos, manglares, humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención RAMSAR).
- Áreas con prioridades de conservación contempladas por parte de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

En el caso de que se identifique la existencia de alguna de estas áreas o ecosistemas, se deben delimitar cartográficamente, a una escala adecuada, de tal forma que permita su ubicación con respecto al proyecto dentro de los mapas de ecosistemas elaborados.

En el evento en que el proyecto pretenda intervenir áreas de reserva forestal nacional o regional, el usuario debe solicitar la sustracción de las mismas ante la autoridad competente, de conformidad con los términos de referencia establecidos para tal fin en cumplimiento de la Resolución 1526 del 3 de septiembre de 2012 *“por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social, se establecen las actividades sometidas a sustracción temporal y se toman otras determinaciones”*, o de aquella que la modifique, sustituya o derogue. En todo caso, la licencia ambiental no puede ser otorgada hasta tanto no se obtenga la correspondiente sustracción o el levantamiento de veda. De igual forma, en el caso de que el proyecto aspire intervenir áreas de Distrito de Manejo Integrado - DMI de los recursos naturales renovables, el usuario debe solicitar la sustracción ante la autoridad competente, de conformidad con la información solicitada para tal fin en cumplimiento del artículo 2.2.2.1.18.1, Sección 18, Capítulo I, Título 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.

### 5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

La caracterización del medio socioeconómico debe hacerse con base en información cuantitativa y cualitativa, y su análisis debe permitir dimensionar los impactos que el proyecto pueda ocasionar en cada uno de sus componentes. Asimismo, la información de caracterización del medio socioeconómico debe permitir un análisis de la integralidad de sus condiciones y características, guardando coherencia para cada uno de sus componentes e involucrando información relevante de los medios abiótico y biótico.

Para el levantamiento de información de caracterización socioeconómica de las unidades territoriales de análisis para el área de influencia del medio socioeconómico, se puede contar con información secundaria en el caso de tratarse del municipio, o información primaria en el caso de las unidades territoriales (corregimientos, veredas, sectores de vereda, inspecciones de policía, u otras unidades reconocidas administrativa o socialmente), o cuando el nivel municipal potencialmente afectado no cuente con la información estadística solicitada.

Con base en la escala del proyecto y su área de influencia, se deben justificar las unidades territoriales de análisis desde las cuales se abordará la caracterización de los componentes del medio socioeconómico, teniendo en cuenta lo indicado en el numeral 4.2 del presente documento<sup>23</sup>.

Las fuentes secundarias a emplear deben estar debidamente acreditadas, proceder de instituciones gubernamentales y de otras instituciones de reconocida idoneidad, al igual

---

<sup>23</sup> En el caso de las entidades territoriales correspondientes a territorios indígenas, así como las tierras de las demás comunidades étnicas, su abordaje para la caracterización se realizará en el marco de la Consulta Previa, coordinada por el Ministerio del Interior o quien haga sus veces.

que de información consignada en estudios regionales y locales recientes. La información secundaria existente puede emplearse en la medida en que sus datos revistan confiabilidad y pertinencia, y sus fuentes sean plenamente identificadas y citadas.

Teniendo en cuenta que de manera general las unidades territoriales están contenidas en los municipios, en el presente capítulo se requerirá información de alcance general correspondiente a los municipios, a manera de contextualización regional. Esto es aplicable en aquellos casos en que los municipios no se consideren como área de influencia.

Para el levantamiento de información de caracterización socioeconómica de las unidades territoriales se debe acudir primordialmente a fuentes de información primaria. Los métodos, herramientas y técnicas de recopilación de información deben estar debidamente referenciados y soportados dentro del EIA.

La información debe permitir conocer las principales características socioeconómicas de la población del área de influencia, de los componentes de este medio y su relación con el proyecto. Para tal efecto, dicha información se debe presentar conforme a lo establecido por las entidades responsables de su generación, procesamiento y análisis.

La cartografía de las unidades territoriales correspondientes al medio socioeconómico debe presentarse a escala 1:25.000 o más detallada, si así lo solicita la autoridad ambiental.

La Base de Datos Geográfica – GDB, establece el detalle de la información solicitada para las unidades territoriales y municipios, aclarando que en aquellos casos en los que la unidad territorial contenga uno o más “Asentamientos”, la información correspondiente debe presentarse de manera desagregada para cada uno de estos, siguiendo lo establecido en la GDB.

La actualización de esta información podrá ser solicitada en cumplimiento de las obligaciones establecidas en el acto administrativo mediante el cual se otorgue la respectiva autorización ambiental.

### **5.3.1 Participación y socialización con las comunidades<sup>24</sup>**

Estos lineamientos hacen referencia al desarrollo del proceso de socialización de la información del EIA elaborado con el objeto de realizar la solicitud de la licencia ambiental

---

<sup>24</sup> En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia una metodología para procesos de socialización de proyectos, obras o actividades, ésta debe ser utilizada por aquellos usuarios a quienes no se haya emitido auto de inicio.

para el desarrollo y la ejecución de un proyecto, obra o actividad de competencia de la autoridad ambiental.

En el proceso de socialización de la información, el solicitante debe tener en cuenta la aplicación de mecanismos de participación ciudadana reconocidos en la normatividad vigente y el alcance del EIA para efectos del licenciamiento ambiental de un proyecto.

Este proceso de socialización se debe realizar con las autoridades regionales, departamentales y municipales que contengan las unidades territoriales que se definan en el EIA, sin que ello implique que estos niveles territoriales (regional, departamental y municipal) se asuman como parte del área de influencia del proyecto.

Adicionalmente, se debe realizar con la comunidad en general, las diferentes organizaciones sociales e instituciones presentes en el área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, y aquellas personas que por el tipo de intervención y/o participación, puedan verse afectadas o ver afectadas sus actividades por la presencia del proyecto (p. e. asociaciones de pescadores). Es de aclarar que esta socialización debe realizarse con los actores que ejercen la actividad minera en las áreas de influencia.

Igualmente, se debe incluir en el proceso a los propietarios de los predios a intervenir y a los propietarios de los predios en donde se solicita el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables.

En los casos en que haya construcción de túneles, se debe involucrar a las Juntas Administradoras de los acueductos que se surtan de acuíferos localizados en el área de influencia del túnel.

En los casos en que haya una eventual afectación sobre el nivel freático y esta pueda tener un impacto directo sobre algún acueducto que se surta del acuífero potencialmente afectado, se debe involucrar a las Juntas Administradoras de los respectivos acueductos.

El proceso de participación y socialización con los distintos actores (institucionales, comunitarios, de organizaciones y demás involucrados) debe garantizar los siguientes propósitos:

1. Socializar la información relacionada con las características técnicas, actividades y alcance tanto del proyecto como del EIA a desarrollar.
2. Generar espacios de participación durante la elaboración del EIA, en los cuales se socialice el proyecto y sus implicaciones, con información referente a los alcances, fases, actividades, infraestructura proyectada, áreas de influencia, caracterización ambiental, zonificación ambiental y de manejo, compensaciones por pérdida de

biodiversidad, permisos solicitados para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales (captaciones, vertimientos, etc.), inversiones del 1% y el plan de gestión del riesgo.

Se debe informar acerca de las diferentes etapas de los proyectos de minería, diferenciando claramente entre la exploración (describiendo todas las labores llevadas a cabo como sondeos, perforaciones, prospección geofísica, galerías, trincheras, apiques), construcción y montaje, explotación, beneficio, cierre y abandono, aclarando en los casos en que aplique, los aspectos que se mantendrían vigentes de la etapa de exploración en el proyecto de explotación.

Dentro de estos espacios se deben socializar los impactos y medidas de manejo ambiental identificados por el solicitante para las diferentes etapas. Asimismo, se debe promover la identificación por parte de los participantes, de aquellos otros impactos y medidas de manejo que el solicitante considere pertinente incluir en la evaluación de impactos y el plan de manejo ambiental.

3. Socializar los resultados del EIA, de manera previa a la radicación del mismo en la Autoridad Ambiental.

El número de encuentros para el desarrollo del proceso de socialización dependerá de las características propias de los actores involucrados dentro del mismo, y de la metodología definida por el solicitante.

Para efectos de la socialización de la información, se debe:

- Realizar procesos de convocatoria de los espacios de socialización y participación, garantizando aspectos como: cobertura, oportunidad y eficacia.
- Definir con claridad el procedimiento metodológico a adoptar para el desarrollo de las reuniones, talleres, y/o estrategias informativas, etc., a realizar, especificando los recursos de apoyo pedagógico y didáctico que permitan el logro de una adecuada socialización del proyecto, obra o actividad, una eficiente transmisión y presentación de la información relacionada con el EIA elaborado para los fines del licenciamiento ambiental y promover la participación de los asistentes en los asuntos asociados al EIA. Asimismo, el procedimiento metodológico debe señalar la forma en la que se promueve la participación de las entidades, organizaciones, comunidades y propietarios de predios, entre otros participantes.
- Documentar el EIA con los respectivos soportes, los cuales deben incluir como mínimo: la correspondencia de convocatorias realizadas, las actas y/o ayudas de memoria de las reuniones y/o talleres realizados, en las cuales se evidencien los contenidos tratados, las inquietudes, comentarios, sugerencias y/o aportes de los participantes sobre el proyecto, las respuestas

o aclaraciones realizadas por parte del solicitante, los listados de asistencia, y el registro fotográfico y/o fílmico de las reuniones y las actividades realizadas (si los participantes lo permiten).

Igualmente, las actas que permitan evidenciar las actividades de socialización adelantadas, deben ser elaboradas in situ, de manera que puedan ser suscritas por sus participantes y entregadas a las autoridades presentes y representantes de las comunidades, una vez finalizado el proceso. Las actas deben contener como mínimo, fecha y lugar de realización del evento, objetivo de la reunión o taller, listado de asistencia, temas abordados, comentarios y observaciones de los asistentes y compromisos adquiridos, si hay lugar a ello (todo lo anterior con información legible).

En caso de la no suscripción de las actas, el solicitante debe dejar registro de los hechos que acontecieron y que justificaron la no firma por parte de los participantes. Puede utilizarse como respaldo la firma de un delegado de la autoridad municipal acompañante del proceso.

En cuanto a las comunidades étnicas, cuando de conformidad con las certificaciones emitidas por la(s) entidad(es) competente(s), en el área de intervención del proyecto se registre presencia de las mismas, se deben incluir mecanismos de participación, teniendo en cuenta lo establecido para tal fin en la normativa vigente, especialmente la relacionada con el procedimiento de consultas previas.

### **5.3.2 Componente demográfico**

Para los municipios el EIA debe:

- **Dinámica de poblamiento:** desarrollar un análisis donde se describa: 1) la historia más relevante de la ocupación del territorio por parte de las poblaciones humanas (antecedentes e hitos importantes con relación a su asentamiento y expansión); 2) grupos socioculturales (indígenas, negritudes, campesinos entre otros); 3) ocupación y expansión de los asentamientos en el territorio.
- **Dinámica poblacional:** desarrollar un análisis donde se describa: 1) tasa de natalidad y mortalidad; 2) movilidad espacial actual y tendencial, así como los factores que influyen en dicho fenómeno (migración); 3) estructura de la población por edad y sexo, distribución entre las áreas rural y urbana y su densidad; 4) Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de la población.

Para las unidades territoriales se deben analizar los siguientes aspectos en relación con las condiciones y demandas del proyecto, y en el entendido de que esta es la información

base para el seguimiento a los cambios que se presenten en el área por incidencia del mismo:

- Caracterización de grupos poblacionales (indígenas, afrodescendientes, campesinos, entre otros).
- Dinámica de poblamiento, la cual, debe establecer algún proceso específico de las unidades territoriales, que no se haya detallado en el análisis de los municipios.
- Tendencias demográficas: describir los principales indicadores de demografía y efectuar un análisis histórico con base en la información disponible. Se deben considerar los fenómenos de migración poblacional asociados a la etapa exploratoria del proyecto, y su proyección en la etapa de explotación.
- Estructura de la población: población total en cada unidad territorial, composición por edad y sexo, tendencia de crecimiento poblacional, tipología familiar, número de hogares, promedio de personas por hogar, población en edad de trabajar - PET.
- Presencia de población en situación de desplazamiento, procedencia, formas de incorporación a la unidad territorial (de acuerdo con información secundaria de las alcaldías locales o información disponible). Cuando aplique, igualmente se debe caracterizar la existencia de población en proceso de retorno, o que hayan retornado a los lugares de los que fueron desplazados de manera forzosa.
- Patrones de asentamiento (nuclear o disperso), número de viviendas.
- Identificar y caracterizar los procesos de retorno de población desplazada en el contexto de los planes o programas locales regionales o nacionales y su relación con el proyecto.
- Identificar la dinámica de población migrante en relación con la existencia de otros proyectos en el área de influencia.
- Identificación de predios que se encuentren dentro del Área de Concesión, uso de la tierra y extensión.

### **5.3.3 Componente espacial**

Se debe analizar la calidad y cobertura de los servicios públicos y sociales del área de influencia.

Para los municipios se debe hacer una síntesis de los servicios públicos y sociales, incluyendo la calidad y cobertura, en tanto se relacionen con el proyecto.

Para las unidades territoriales se requiere la siguiente información:

- Servicios públicos
  - Acueducto y alcantarillado: fuentes de abastecimiento de agua potable, infraestructura de captación, tratamiento y almacenamiento; tipos de uso

- (doméstico, agropecuario, piscícola, etc.); población usuaria, cobertura y calidad.
  - Disposición de excretas: tipos (alcantarillado, pozos sépticos, letrinas, a cielo abierto).
  - Sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos, cobertura y calidad.
  - Servicios de energía, gas y telefonía: cobertura y calidad.
- Servicios sociales
    - Infraestructura educativa y de salud (identificación y localización).
    - Infraestructura recreativa y deportiva (identificación y localización).
    - Viviendas (tipificación de las características).
    - Infraestructura de transporte: vial, aéreo, ferroviario, fluvial y marítimo (identificación). Para la infraestructura vial, se debe hacer énfasis en los accesos veredales y su funcionalidad, así como en la infraestructura para conectividad (puentes, tarabitas, planchones y otros).
    - Centros poblados que ofrecen los servicios administrativos y financieros (notaría, inspección de policía, bancos, entre otros) y el acceso a los servicios sociales. Relaciones funcionales entre los distintos centros poblados y la zona rural.
    - Uso de las vías.
    - Frecuencia y el tipo de servicio de transporte.
    - Medios de comunicación: radio, prensa, internet, televisión y emisoras comunitarias.
    - Formas de conectividad y dificultades de acceso de las comunidades a centros nucleados de prestación de servicios sociales y trámites legales.

Se deben especificar las distancias aproximadas entre la ubicación de todas y cada una de las viviendas, escuelas y demás infraestructuras comunitarias, que sean susceptibles de afectación por el proyecto y las distintas obras y actividades de intervención a desarrollar por el mismo (incluyendo la demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales).

#### **5.3.4 Componente económico**

A nivel de los municipios y con el objeto de elaborar un panorama general sobre la dinámica económica, se debe identificar el tipo de actividades presentes en el territorio, en términos de su capacidad de absorción de mano de obra, su influencia en la funcionalidad económica del territorio y su relación con los bienes y servicios ambientales. Para ello, se deben identificar y analizar los procesos existentes, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Estructura de la propiedad.
- Procesos productivos y tecnológicos (se deben incluir los procesos desarrollados por los actores que ejercen la actividad minera en el área de influencia).
- Caracterización del mercado laboral actual.
- Polos de desarrollo y/o enclaves que interactúan con el área de influencia.
- Estructura comercial, redes de comercialización, cadenas productivas y su relación en las dinámicas económicas regionales.
- Empresas productivas en los sectores primario, secundario y terciario.
- Tamaño de la Unidad Agrícola Familiar -UAF- establecida para cada municipio.

Para las unidades territoriales se deben determinar las relaciones económicas, la estructura, dimensión y distribución de la producción y las dinámicas económicas locales, para facilitar la identificación de las variables que podrían verse afectadas con las actividades del proyecto, para lo cual se debe definir y analizar:

- Estructura de la propiedad (micro, minifundio, pequeña, mediana y gran propiedad<sup>25</sup>), y formas de tenencia (tierras colectivas, comunitaria, propiedad privada, arrendamiento, aparcería, entre otras).
- Empresas productivas en los sectores primario, secundario y terciario.
- Características del mercado laboral actual en cuanto al tipo de mano de obra que se encuentra en el área y la forma de condición laboral (empleo formal, empleo informal, desempleo y subempleo) y porcentajes de distribución en las principales actividades económicas.
- Identificar las tendencias del empleo en el corto y mediano plazo y su afectación por la implementación de las diferentes fases del proyecto y el impacto sobre las dinámicas laborales de otras actividades productivas.
- Actividades económicas relacionadas con el turismo y/o la recreación, que se desarrollan en el área, así como los agentes económicos que intervienen en las mismas, insumos, infraestructura, dinámica y demás elementos que las constituyen.
- Programas y proyectos productivos privados, públicos y/o comunitarios existentes, cuyas características sean de importancia para el desarrollo del proyecto. Cadenas productivas y su relación con las dinámicas económicas de la región.
- Infraestructura relacionada con las actividades económicas existentes (centros nucleados de influencia para comercialización, entre otros).
- Áreas, número de predios y volúmenes aproximados de producción de las tres (3) actividades económicas principales
- Características de la población que depende de la actividad minera, que se encuentra en el área de influencia del proyecto, determinando número de mineros, tipo de minería ejercida, niveles de ingresos, niveles de organización y condiciones sociales.

---

<sup>25</sup> Corresponde a la categoría de distribución de la propiedad. Anexo 1. Metodología y tratamiento de la Información, Atlas de la Propiedad Rural en Colombia. IGAC, Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2012.

### **5.3.5 Componente cultural**

#### **5.3.5.1 Comunidades no étnicas**

Para los municipios se debe:

Presentar un análisis general de los siguientes aspectos: patrones de asentamiento ya descritos, dependencia económica y sociocultural con el entorno, articulando estos procesos históricos con la estructura y dinámica actual.

Identificar los hechos históricos (migraciones, adopción de nuevas tecnologías, cambios de actividad productiva, estímulo a procesos de aculturación por presencia de migrantes, etc.), que hayan producido cambios culturales.

Identificar los símbolos culturales más significativos para la población, con relación a las tradiciones económicas, tecnológicas, organizativas, religiosas, artísticas y otras.

Identificar los usos tradicionales de los recursos naturales renovables y el medio ambiente por parte de los habitantes de la región: procesos, tecnologías, estacionalidad, usos culturales y tradicionales, valores simbólicos.

Para la población asentada en las unidades territoriales, se deben describir los siguientes aspectos:

- Patrimonio cultural inmaterial: prácticas sociales, tradiciones estéticas y modos de conocimiento perpetuados en el seno de la comunidad.
- Bienes inmuebles declarados de interés cultural que se encuentren dentro del área de influencia, indicando el acto administrativo mediante el cual fueron declarados, así como sus respectivos Planes Especiales de Manejo y Protección en caso de que existan.
- Espacios de tránsito y desplazamiento.
- Áreas de uso cultural para la recreación y el esparcimiento, otros de importancia cultural.
- Modificaciones culturales: hacer una aproximación a los valores culturales exógenos que puedan conducir a un cambio cultural (como desplazamientos poblacionales, ordenamientos del territorio, etc.).
- Bases del sistema sociocultural: describir las prácticas culturales más relevantes y el sistema de creencias y valores que las generan y que de alguna manera podrían interactuar en algún momento con el proyecto.
- Uso y manejo del entorno: identificar la dinámica de la presión cultural sobre los recursos naturales renovables y el medio ambiente.
- Análisis del orden espacial y sus redes culturales a fin de evaluar la desarticulación que puede producirse en el territorio por la ejecución del proyecto.

### 5.3.5.2 Comunidades étnicas

Con base en información secundaria actualizada, estudios etnográficos, investigaciones, entre otros, se debe hacer una breve descripción de las comunidades étnicas presentes en el municipio en que se ubica el proyecto, involucrando los siguientes aspectos: territorios, rutas de movilidad, demografía, salud, educación, religiosidad/cosmogonía, etnolingüística, economía tradicional, organización sociocultural, presencia institucional y prácticas culturales.

Cuando las entidades competentes certifiquen la presencia de comunidades étnicas en el área de intervención de las actividades del proyecto, que puedan ser afectadas por el desarrollo del mismo, se deben identificar dichas comunidades, profundizando en la definición de los aspectos territoriales que involucran estas etnias, en cumplimiento del artículo 76 de la Ley 99 de 1993, en la Ley 21 de 1991, la Ley 70 de 1993, el Decreto 1066 de 2015 y en las Directivas Presidenciales 001 de 2010 y 10 de 2013 y las demás normas aplicables en la materia y/o aquellas que las modifiquen, sustituyan o deroguen.

La caracterización de las comunidades étnicas certificadas por las entidades competentes y afectadas por la ejecución del proyecto debe estar referida a los aspectos que a continuación se relacionan:

- **Dinámica de poblamiento:** describir el tipo de tenencia de la tierra (resguardo, reserva, tierras colectivas, áreas susceptibles de titulación, entre otros) y los patrones de asentamiento (si es nucleado o disperso, así como la movilidad de la población), dependencia económica y sociocultural con los ecosistemas, concepciones tradicionales sobre la ocupación del territorio y los cambios culturales originados por el contacto con otras culturas.

La información debe describir la diferenciación cultural del territorio, a partir de las diversas expresiones culturales al interior y exterior de la comunidad étnica, constatando la heterogeneidad del manejo del espacio. Para esta descripción se deben tener en cuenta lugares sagrados, clasificaciones toponímicas, cotos de caza, salados, jerarquías espaciales y ambientales, y uso de los recursos naturales renovables, entre otros.

- **Demografía:** establecer la población total, su distribución, densidad, tendencia de crecimiento, composición por edad y sexo, tasa de natalidad, mortalidad, morbilidad y migración. Caracterizar la estructura familiar (tipo, tamaño) y la tendencia de crecimiento. Se debe indicar la metodología empleada para el levantamiento de la información

- **Salud:** describir el sistema de salud tradicional, las estrategias, recursos y espacios de curación teniendo en cuenta los agentes de salud utilizados por la comunidad (taitas, curanderos, curacas, payés, etc.), con quienes, de ser posible, se debe hacer un acercamiento especial con el fin de precisar desde el conocimiento tradicional las implicaciones del proyecto en el bienestar de la comunidad.

Describir la relación con los demás sistemas de salud y las características de la morbimortalidad.

- **Educación:** describir los tipos de educación (etnoeducación, formal y no formal) que se imparten en las comunidades, teniendo en cuenta la infraestructura existente, la cobertura, y los entes encargados.

Describir la incidencia de los proyectos etnoeducativos en los procesos de socialización de la comunidad étnica.

Identificar la presencia de profesores bilingües y los procesos de capacitación a estos docentes.

- **Religiosidad/cosmogonía:** presentar una síntesis de los aspectos y sitios religiosos tradicionales más sobresalientes, ubicados dentro y fuera del territorio indígena, que puedan verse afectados por el desarrollo del proyecto, destacando la relación hombre - naturaleza.

Relacionar los cambios culturales presentados en la conformación de la identidad a partir de procesos de choque, localización y resistencia.

- **Etnolingüística:** identificar la lengua y dialectos predominantes en la población, la presencia de bilingüismo o multilingüismo, los mecanismos de relación intra e intercultural y las problemáticas más sobresalientes relacionadas con estos temas.

Precisar el uso actual de la lengua en el área de influencia, estimando el número de hablantes y justificar la necesidad o no de la traducción a la lengua nativa.

- **Economía tradicional:** describir los sistemas económicos y productivos, teniendo en cuenta la estructura de la propiedad, las actividades, estrategias productivas, tecnologías utilizadas y la infraestructura asociada.

Identificar las redes de comercialización de productos tanto inter como extra locales, regionales y fronterizas (en el caso en que proceda).

Describir las prácticas de uso, aprovechamiento e interacción de la población con los recursos naturales y la participación de los miembros de la comunidad en cada una de las actividades productivas, así como el uso cultural y grado de dependencia de los recursos naturales. Identificar la existencia de parcelaciones al interior del territorio, tamaño, usos y grado de dependencia de las familias, entre otros.

- **Organización sociocultural:** presentar una síntesis de los roles más importantes reconocidos en las formas tradicionales de organización, precisando los tipos de organización, representantes legales, autoridades tradicionales y las legítimamente reconocidas. Identificar los espacios de socialización que contribuyen al fortalecimiento de la identidad cultural. Describir las relaciones interétnicas y culturales, los vínculos con otras organizaciones comunitarias y los diferentes conflictos que se presentan en la zona.
- **Presencia institucional:** describir los proyectos existentes dentro de los territorios tradicionales y/o colectivos y el grado de participación de la comunidad. Se deben presentar las investigaciones, proyectos y obras que se adelanten por instituciones gubernamentales y no gubernamentales, dentro de los territorios tradicionales de las comunidades étnicas, incluyendo la función que cumplen y la vinculación que tienen las comunidades y la cobertura de dichos proyectos.

Se deben identificar los proyectos de etnodesarrollo, definidos por cada una de las comunidades, que se estén ejecutando o se encuentren en proyección.

Los acuerdos de Consulta Previa en el acto administrativo de viabilidad ambiental, se deben presentar como un anexo que hace parte de los antecedentes, en la medida en que se constituye en un insumo de referencia para la toma de decisiones. Los impactos ambientales deben ser incorporados en el estudio de impacto ambiental que el titular del proyecto debe presentar a la Autoridad Ambiental para su correspondiente evaluación dentro del respectivo proceso administrativo de licenciamiento.

### **5.3.6 Componente arqueológico**

Se debe anexar constancia de entrega al Instituto Colombiano de Antropología e Historia - ICANH, del programa de arqueología preventiva, conforme a los lineamientos del ICANH y a lo establecido en la Ley 1185 de 2008 o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

### **5.3.7 Componente político-organizativo**

#### **5.3.7.1 Aspectos político - administrativos**

Se deben presentar las características político-administrativas de la(s) unidad(es) territorial(es) que corresponde(n) al área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, de acuerdo con la información secundaria encontrada en los planes de desarrollo municipal y departamental, y en los respectivos estudios de ordenamiento territorial (EOT, PBOT y/o POT). Se debe presentar información referente a partidos políticos existentes, relaciones e interacciones de poder, para definir los intereses y demandas de los entes territoriales y la comunidad.

#### **5.3.7.2 Presencia institucional y organización comunitaria**

Se deben identificar:

- Las instituciones públicas existentes en el municipio, describir la capacidad institucional para atender las condiciones actuales de su población y su capacidad de intervención ante situaciones que puedan ser derivadas de la ejecución del proyecto.
- Las organizaciones privadas (gremios, entre otros), sociales y comunitarias tales como asociaciones, corporaciones, JAC, cooperativas, entre otros (internacionales, nacionales, departamentales y municipales), presentes o que han tenido incidencia relevante en el área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, precisando:
  - Tiempo de permanencia en la zona.
  - Temas de interés o trabajo.
  - Programas o proyectos ejecutados o en ejecución.
  - Población beneficiaria.
- Las instancias y mecanismos de participación de la población, que puedan incidir en el proyecto, así como las instituciones y organizaciones del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, que fortalecen y contribuyen a la participación de la población.
- Las intervenciones de tipo social que se realizan o que se han realizado recientemente desde los sectores económicos presentes en el área de influencia y la incidencia que dichas intervenciones han tenido en el componente político organizativo.
- La participación y representatividad que han tenido instituciones y organizaciones del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico frente al desarrollo de otros proyectos que se hayan ejecutado en la zona.

Para el caso de proyectos que se desarrollen en zonas de frontera, el usuario debe tener en cuenta los efectos que puedan derivarse de la existencia de Convenios Bilaterales vigentes y las disposiciones determinadas en las instancias de coordinación interinstitucional que existan, siguiendo los lineamientos establecidos por las entidades competentes.

### **5.3.8 Tendencias del desarrollo**

Se debe realizar el análisis integral socioeconómico del área, resultante de la articulación de los aspectos más relevantes examinados en los diferentes componentes (demográfico, espacial, económico, cultural y político-organizativo) y de éstos con los planes de desarrollo, de ordenamiento territorial y de gestión ambiental existentes (en ejecución o proyectados) en los niveles nacional, departamental y municipal.

Teniendo como referencia que estos instrumentos de planeación (planes de desarrollo, de ordenamiento territorial y de gestión ambiental existentes) tienen un potencial de proyección de acciones estatales y comunitarias a corto y mediano plazo, se deben analizar los elementos más destacados de sus contenidos en relación con el análisis realizado en cada uno de los componentes, indicando cuáles de ellos podrían afectarse por el desarrollo del proyecto.

Asimismo, se debe determinar si algunas de las características actuales del medio socioeconómico, vienen precedidas por antecedentes históricos que mantienen su influencia en el presente y a futuro, destacando su importancia y retomando sus características en el análisis de las condiciones con y sin proyecto.

Adicionalmente, se debe destacar el análisis de las relaciones funcionales de mayor relevancia en el área de influencia del proyecto que puedan ser objeto de alteraciones por las obras y actividades de este.

Para la realización de este análisis se pueden utilizar metodologías participativas de construcción colectiva de información, diagrama de redes o estructuras relacionales entre los rasgos presentes en el territorio.

Este análisis permitirá articular la totalidad de la información del medio socioeconómico con las obras y actividades del proyecto e identificar si las tendencias del desarrollo pueden incidir o ser incididas en relación con el proyecto.

### 5.3.9 Información sobre población a reasentar<sup>2627</sup>

Si como consecuencia del desarrollo del proyecto se requiere de procesos de traslado involuntario de población, se debe formular un programa de reasentamiento que garantice las mismas o mejores condiciones socioeconómicas a la población potencialmente afectada.

Este programa debe contener como mínimo, acciones que garanticen los siguientes propósitos:

- Restablecimiento de condiciones de vida existentes de la población a reasentar: vivienda, acceso a servicios públicos y sociales, relaciones sociales y bienes comunitarios.
- Restablecimiento de fuentes de ingresos y actividades económicas de las unidades sociales a trasladar.
- Incorporación de la población reasentada a su nuevo hábitat.

Dentro del contenido del EIA se debe caracterizar la población objeto de este programa, para lo cual se debe por lo menos:

1. Realizar un censo de las unidades sociales a reasentar, el cual incluya las características socioeconómicas de cada unidad social y de las personas que la integran.

De cada unidad social se debe analizar:

- Tipo de unidad social (residente, productiva).<sup>28</sup>
- Integrantes de la unidad social y características, tales como, nombre, parentesco con el responsable de la unidad social, edad, género y actividad a la que se dedica, entre otras
- Estructura familiar (tipo: nuclear, extensa), número de hijos y de miembros, redes familiares existentes.
- Permanencia o tiempo vivido en el predio y en el área.

---

<sup>26</sup> En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia lineamientos y procedimientos a seguir en proyectos, obras o actividades que implican desplazamiento, reubicación o reasentamiento de población, éstos deben ser utilizados por el usuario.

<sup>27</sup> En ningún caso este proceso de reasentamiento debe darse en población que haya retornado a los lugares de los que fueron desplazados forzosamente. Para lo anterior considerar el contenido respectivo del numeral 5.3.2.

<sup>28</sup> Se pueden considerar como otras unidades sociales a los propietarios y mejoratarios que, siendo o no residentes, obtienen ingresos provenientes del arrendamiento de una parte o la totalidad del inmueble para habitación o desarrollo de actividades productivas.



MINAMBIENTE

- Forma de tenencia del inmueble y el uso de la propiedad (vivienda, actividades económicas: industria, comercio, servicios, agricultura, ganadería, alquiler entre otras).
  - Actividades económicas desarrolladas en la propiedad o en el entorno e ingresos.
  - Grado de dependencia frente a los recursos naturales dispuestos en el predio o en la zona.
  - Existencia de unidades sociales con factores de vulnerabilidad social tales como discapacidad, enfermedades terminales, senectud y NBI, entre otras, y medidas de manejo para atender dichas condiciones.
  - Características constructivas, distribución espacial y dotación de las viviendas.
  - Características agrológicas de los predios y de las actividades económicas, nivel de productividad y cadenas productivas implantadas allí.
  - Expectativas que la unidad social tiene frente al proyecto, al posible traslado y a las alternativas de localización y de manejo.
  - Organizaciones sociales existentes en la zona donde están ubicadas las unidades sociales a reasentar y niveles de participación de la población.
  - Programas o servicios sociales de los que la unidad social y sus integrantes son beneficiarios, estableciendo las posibles afectaciones que sobre su vinculación a los mismos, puede generar el traslado involuntario.
- 
- Identificar el patrimonio cultural inmaterial: prácticas sociales, culturales, tradiciones estéticas y modos de conocimiento perpetuados en el seno de la comunidad.
  - Determinar el grado de cohesión entre los vecinos, niveles de participación, la existencia de redes sociales de apoyo y evaluar la desarticulación que puede producirse en el territorio por la ejecución del proyecto.
  - Identificar la oferta de suelo y áreas disponibles para el traslado acorde con los usos del suelo establecidos en el POT, PBOT y EOT.
  - Caracterizar la población que continuará residiendo en el lugar, redes socioeconómicas existentes entre las personas que se quedan y la población objeto de reasentamiento, e identificar en la evaluación de impactos aquellos que se puedan ocasionar a esta población, a fin de formular las medidas de manejo correspondientes.
  - Identificar y caracterizar la comunidad receptora o vecina al nuevo grupo a reasentar, una vez se determine el sitio, analizando los aspectos más relevantes que se considere van a facilitar o dificultar su integración en la misma, y definir las medidas de manejo frente a los impactos que se puedan generar.

Se deben adjuntar los soportes documentales que den cuenta de la participación de la población objeto del reasentamiento, en el diseño, ejecución y seguimiento del plan; así como de la participación de la población receptora, y demás actores sociales en los asuntos que les corresponden.

De igual forma, se debe identificar y posibilitar la participación de las instituciones públicas (administración municipal y personerías, entre otras) y privadas, así como organizaciones de la sociedad civil cuya participación se estime necesaria en el proceso de reasentamiento.

El procedimiento a implementar debe ser consistente con la normatividad vigente expedida por las entidades del sector al que corresponda.

#### 5.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Con el fin de complementar la caracterización del área de influencia, que hasta este momento ha sido soportada con información de los medios abiótico, biótico y socioeconómico y sus respectivos componentes, se requiere identificar, medir y analizar los servicios ecosistémicos – SSEE que efectivamente están generando beneficios en dicha área. Específicamente se debe:

- Identificar los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y soporte, y culturales presentes en el área de influencia del proyecto. Para tal fin es primordial la complementariedad con la información expuesta previamente en los numerales 5.1, 5.2 y 5.3 de los presentes términos de referencia.
- Cuantificar los usuarios de cada uno de los servicios ecosistémicos identificados anteriormente, en concordancia con la caracterización ambiental.
- Cualificar los servicios ecosistémicos teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
  - Dependencia de las comunidades de los SSEE: se puede precisar según el siguiente criterio:
    - **Dependencia alta:** los medios de subsistencia de la comunidad dependen directamente del servicio ecosistémico.
    - **Dependencia media:** la comunidad se beneficia del servicio ecosistémico, pero su subsistencia no depende directamente del mismo.
    - **Dependencia baja:** la comunidad se beneficia del servicio ecosistémico, pero su subsistencia no depende directa ni indirectamente del mismo; existen múltiples opciones alternativas para el aprovechamiento del servicio ecosistémico.
  - Dependencia del proyecto de los SSEE: se puede precisar según el siguiente criterio:
    - **Dependencia alta:** las actividades que hacen parte integral y central del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico.

- **Dependencia media:** algunas actividades secundarias asociadas al proyecto dependen directamente del servicio ecosistémico, pero podría ser reemplazado por un insumo alternativo.
  - **Dependencia baja:** las actividades principales o secundarias no dependen directamente del servicio ecosistémico.
- Tendencia de los SSEE: se puede precisar según el siguiente criterio:
- **Tendencia creciente:** la proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es ascendente.
  - **Tendencia estable:** la proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico se mantiene en el nivel registrado actualmente.
  - **Tendencia decreciente:** la proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es descendente.
- Cualificar el impacto del proyecto en los servicios ecosistémicos, con base en las consideraciones previstas en el capítulo de Evaluación ambiental (numeral 8 de los presentes términos de referencia), clasificándolo en una de las siguientes categorías: alto, medio, bajo.
  - Consignar la anterior información en la siguiente tabla:

**Tabla 6.** Caracterización de los SSEE del área de influencia del proyecto.

Categoría de servicio ecosistémico	SSEE identificado*	Usuarios del SSEE (número de personas) **	Dependencia de las comunidades del SSEE (alta, media o baja)	Dependencia del proyecto del SSEE (alta, media o baja)	Tendencia del SSEE (creciente, estable o decreciente)	Impacto del proyecto en el SSEE (alto, medio o bajo)	
Aprovisionamiento	Agua						
	Arena y roca						
	Madera						
	Fibras y resinas						
	Biomasa						
	Pesca y acuicultura						
	Carne y pieles						
	Plantas medicinales						
	Ingredientes naturales						
	Ganadería						
	Agricultura						
	Otro servicio identificado (especificar)						
	Regulación y soporte	Control de la erosión					
		Regulación del clima local/regional					
Ecosistemas de purificación de agua (p. e. humedales)							
Almacenamiento y captura de carbono							

Categoría de servicio ecosistémico	SSEE identificado*	Usuarios del SSEE (número de personas) **	Dependencia de las comunidades del SSEE (alta, media o baja)	Dependencia del proyecto del SSEE (alta, media o baja)	Tendencia del SSEE (creciente, estable o decreciente)	Impacto del proyecto en el SSEE (alto, medio o bajo)
	Salinidad/alcalinidad/ acidez del suelo					
	Otro servicio identificado (especificar)					
<b>Culturales</b>	Recreación y turismo					
	Espirituales y religiosos					
	Otro servicio identificado (especificar)					

\* Los SSEE que efectivamente generan beneficios o son utilizados por las personas o grupos sociales identificados en el EIA. En tal sentido, la lista de SSEE que se presenta en la tabla es opcional y el análisis se realizará exclusivamente en relación con los SSEE presentes en el área de influencia del proyecto.

\*\* La identificación y cuantificación de los usuarios de los SSEE se debe realizar a partir de la caracterización de la línea base socioeconómica del proyecto.

Nota: si el solicitante de licencia ambiental identifica servicios ecosistémicos de gran importancia o cuyos beneficios trasciendan las fronteras del proyecto, obra o actividad, los cuales sean inconmensurables o con valores muy superiores, y en consecuencia impidan su cuantificación para el análisis de servicios ecosistémicos, debe incluir los debidos soportes y análisis contemplados.

Analizar la información obtenida con miras a la identificación de medidas de manejo a incorporar dentro del PMA del proyecto. Para tal fin, el solicitante de licencia podrá hacer uso de la información relacionada con la caracterización de los medios (biótica, abiótica y socioeconómica) dispuesta en acápite preliminares.

## 6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL<sup>29</sup>

Con base en la información de la caracterización ambiental de las áreas de influencia y la legislación vigente, se debe efectuar un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con el fin de realizar la zonificación ambiental, a partir de la sensibilidad ambiental del área, en su condición sin proyecto, partiendo del análisis de las cualidades del medio que expresan su susceptibilidad ante fenómenos naturales y antrópicos, considerando aspectos de los componentes del ambiente que podrían ser objeto de una posible afectación.

La determinación de la sensibilidad ambiental se hace a partir de la evaluación de los elementos identificados en la caracterización, para lo cual se deben tener en cuenta, entre otras las siguientes unidades, zonificándolas para toda el área de influencia identificada:

<sup>29</sup> En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia una metodología de zonificación ambiental y zonificación de manejo ambiental, ésta debe ser utilizada por el usuario.

- Áreas de exclusión minera determinado de pleno derecho por la ley en el artículo 34 de la Ley 685 de 2001 y sus modificaciones por otras leyes
- Áreas restringidas para la minería de acuerdo al artículo 35 de la ley 685 de 2001 y sus modificaciones por otras leyes
- Áreas de especial importancia ecológica, tales como áreas naturales protegidas públicas o privadas, ecosistemas estratégicos, rondas hidrográficas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas (en peligro, en peligro crítico y vulnerables) de acuerdo con la Resolución 192 de 2014 o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación y zonas de paso de especies migratorias.
- Instrumentos de ordenamiento/planificación (p. e. POMCAS, PORH), así como otras áreas de reglamentación especial.
- Áreas de recuperación ambiental tales como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas.
- Áreas de riesgo natural (hidrometeorológico y geológico), susceptibles a deslizamientos, inundaciones, movimientos de remoción en masa, procesos erosivos, entre otros, establecidas a nivel nacional, regional y local.
- Áreas de inversión estatal para conservación y/o protección de Microcuencas, ya sea adquiridas para tal fin o con reforestación o protección de suelos
- Áreas de producción económica tales como ganaderas, agrícolas, mineras, entre otras.
- Áreas de importancia social tales como asentamientos humanos, de infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural.

Se deben elaborar y presentar los mapas de zonificación para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), donde se identifiquen y definan las áreas o unidades con diferentes grados de sensibilidad ambiental.

Se debe utilizar un sistema de información geográfica (en adelante SIG) para realizar el cruce o superposición de la información de los mapas de cada medio para obtener la zonificación ambiental final de las áreas de influencia, donde se sintetizan espacialmente las condiciones ambientales actuales más relevantes.

Se debe describir detalladamente la metodología para obtener la zonificación ambiental, indicando:

- Los componentes relevantes a tener en cuenta en la zonificación ambiental por cada medio, con la respectiva justificación técnica para su selección.
- Los criterios establecidos para la ponderación y calificación cualitativa y cuantitativa de la sensibilidad ambiental de cada componente dentro de la zonificación ambiental. El procedimiento para realizar la agrupación y ponderación de las unidades con diferentes grados de sensibilidad ambiental definida para cada medio al superponer

los mapas de cada medio (abiótico, biótico, socioeconómico) y de esta forma obtener la zonificación ambiental final.

- El análisis de los resultados obtenidos en el procedimiento anterior.
- Las áreas obtenidas por cada categoría de sensibilidad ambiental, tanto para los mapas por cada medio, como para la zonificación ambiental final, y su porcentaje de participación con relación al área de influencia.

Tanto la zonificación ambiental de cada medio (mapas intermedios), como la zonificación ambiental final, deben cartografiarse a escala 1:10.000 o más detallada, acorde con la sensibilidad ambiental de la temática tratada.

La zonificación ambiental final debe ser el insumo básico para el ordenamiento y planificación del proyecto. A partir de dicha zonificación se debe realizar la zonificación de manejo correspondiente.

## **7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES**

Se debe presentar una caracterización detallada de los recursos naturales que demandaría el proyecto y que serían utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes fases de construcción y operación del mismo.

En cuanto a los permisos, concesiones y autorizaciones para aprovechamiento de los recursos naturales, se debe presentar como mínimo la información requerida en los Formularios Únicos Nacionales, existentes para tal fin.

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

En el desarrollo de este ítem se deben tener en cuenta e incorporar, en caso de ser pertinentes, las percepciones y comentarios que resulten de los procesos participativos con las comunidades, organizaciones y autoridades del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico.

### **7.1 AGUAS SUPERFICIALES**

Cuando se requiera la captación de aguas superficiales, se debe dar cumplimiento al Capítulo 2, Título 3, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique, sustituya o derogue, y emplear el Formato Único Nacional para Permiso de Concesión

de Aguas Superficiales definido en la Resolución 2202 de 2005 o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

Para cada uno de los sitios propuestos se debe presentar como mínimo la siguiente información:

- Caudal de agua solicitado expresado en litros por segundo, así como el estimativo del consumo de agua requerido para cada una de las fases del proyecto expresado en las mismas unidades, discriminando el tipo de uso.
- Identificación de la fuente o sitio de captación, indicando los siguientes datos:
  - Nombre de la fuente a utilizar de acuerdo con las clasificaciones establecidas en el Registro Único de Recurso Hídrico.
  - Localización georreferenciada del punto o tramo homogéneo de captación propuesto.
  - Predio en donde se ubica la fuente o a través del cual se accede directamente a ésta (nombre del predio, propietario, vereda y municipio).
- Análisis de los conflictos actuales y potenciales sobre la disponibilidad del recurso hídrico, teniendo en cuenta el análisis hidrológico de caudales mínimos; así como el inventario y cuantificación aguas abajo de la captación hasta el límite del área de influencia del componente hidrológico, de los usos y usuarios registrados y no registrados ante la Autoridad Ambiental competente (analizando los volúmenes y caudales captados), de acuerdo con la caracterización del recurso hídrico superficial presentado en la línea base ambiental para el componente hidrológico (oferta hídrica total, oferta hídrica disponible y caudal ambiental). Para cada punto a intervenir, realizar el análisis de: Índice de Uso de Agua (IUA), índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) e Índice de Regulación Hídrica (IRH) según la metodología del ENA-2014 o su versión más actualizada.
- Diseño de la infraestructura y sistemas de captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes y distribución.
- Si la concesión de agua incluye el uso para consumo humano y doméstico, se debe dar cumplimiento al Decreto 1575 de 2007 y a la Resolución 2115 de 2007, o a aquellas normas que los modifiquen, sustituyan o deroguen.

**NOTA:** Teniendo en cuenta lo establecido en los artículos 2.2.3.2.13.16 y 2.2.3.2.7.8 del Decreto 1076 de 2015, en caso de producirse escasez crítica por sequías, contaminación, catástrofes naturales o perjuicios producidos por el hombre, que limiten los caudales útiles disponibles, la Autoridad Ambiental Competente, podrá restringir los usos o consumos temporalmente. A tal efecto podrá establecer turnos para el uso o distribuir porcentualmente los caudales utilizables. Será aplicable, aunque afecte derechos otorgados por concesiones o permisos, teniendo en cuenta que el uso

doméstico tendrá siempre prioridad sobre los demás, los usos colectivos sobre los individuales y los de los habitantes de una región sobre los de fuera de ella.

## 7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

Con base en la caracterización hidrogeológica, para la exploración de aguas subterráneas se debe presentar:

- Localización georreferenciada del predio o predios en donde se proyecta realizar la exploración, indicando la propiedad de los mismos (propios, ajenos o baldíos).
- Inventario de puntos de agua subterránea del área donde se proyecta realizar la exploración diligenciando el Formulario Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea.
- Estudio geofísico empleado para determinar la localización del pozo(s) exploratorio, con la ubicación de los sondeos eléctricos verticales (u otros métodos geofísicos) y los perfiles geológico-geofísicos realizados. Se deben adjuntar los datos de campo.
- Localización georreferenciada de los sitios propuestos para realizar la(s) perforación(es) exploratoria(s) en cartografía 1:25.000 o más detallada.
- Descripción del sistema de perforación a emplear, especificaciones del equipo, características técnicas y diseño preliminar del pozo (profundidad, diámetro, ubicación tentativa de filtros y tubería ciega).
- De acuerdo con la caracterización hidrogeológica del área que se presenta en la línea base abiótica (como el inventario de los puntos de agua subterránea), se debe realizar el análisis de los posibles conflictos por la disponibilidad y usos del recurso.
- Cronograma de obras y presupuesto estimado.
- Caudal requerido.
- Formulario Único Nacional de Solicitud de Prospección y Exploración de Aguas Subterráneas debidamente diligenciado.

Para la concesión de las aguas subterráneas se debe presentar:

- Evaluación de los requerimientos de agua en términos de volumen, caudal y régimen de explotación.
- Localización georreferenciada del o del (los) pozo (s) exploratorio(s) perforado(s) en mapas 1:10.000 o más detallados.
- Informe de los resultados de los estudios de exploración que incluya estudios hidrogeológicos que se hubieran realizado indicando el tipo de investigación, método y análisis de las pruebas realizadas y los parámetros geohidráulicos de los acuíferos e identificados en los estudios.
- Perfil estratigráfico del (de los) pozo(s) perforado(s) y descripción de las formaciones geológicas, elaborado con base en la descripción litológica metro a metro de las muestras obtenidas en la perforación exploratoria, identificando el espesor, y la porosidad primaria o secundaria de todos los pozos perforados, tengan o no agua.

- Perfiles geofísicos de los pozos perforados, aportando los perfiles Gamma Ray, potencial espontáneo y resistividad onda larga y corta con su correspondiente escala horizontal y vertical (profundidad). Se debe presentar la correlación de estos resultados con la rata de perforación del pozo, y con el perfil estratigráfico, con los cuales se deben sustentar el diseño definitivo del pozo, el tamaño de apertura de los filtros y el tamaño del empaque de grava.
- Diseño definitivo del (de los) pozo(s) perforado(s), incluyendo la descripción del tipo de tubería de revestimiento, filtros, empaque de grava y material utilizado para el sello sanitario, nivelación topográfica. Ubicación y descripción de la infraestructura instalada (bomba sumergible, tubería de conducción y accesorios para su funcionamiento y tubería para medición de niveles, entre otros).
- Datos de campo (variación de los niveles del agua subterránea con relación al tiempo) y resultados de la (s) prueba(s) de bombeo y de recuperación realizadas, especificando tipo, duración y caudal de la prueba; así como la interpretación de la(s) misma(s). describiendo el método de análisis empleado, los parámetros hidráulicos obtenidos (trasmisividad, conductividad hidráulica, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica, entre otros), la delimitación del radio de influencia del pozo y el caudal óptimo de producción. Las pruebas de bombeo deben realizarse midiendo niveles tanto en el pozo bombeado como en pozos de observación que capten de los mismos niveles; para lo cual podrá utilizar piezómetros o pozos existentes, siempre y cuando conozca el diseño de la estructura, capte de la misma unidad hidrogeológica de la cual se hace el bombeo, permita la accesibilidad del personal, la toma de muestra (considerando que la bomba no obstruya esta actividad) y la suspensión del bombeo de por lo menos 12 horas consecutivas. A partir de esta información se podrá determinar el cono de abatimiento o radio de influencia del pozo.
- Inventario de puntos de agua subterránea (manantiales, aljibes, pozos y piezómetros) existentes en el radio de influencia de cada pozo, e identificación de usos y usuarios que puedan verse afectados por la captación.
- Análisis físico-químico y microbiológico del agua, incluyendo los parámetros de calidad de acuerdo con la destinación de uso (Libro 2, Parte 2, Título 2, Capítulo 3, Sección 1 del Decreto 1076 de 2015, o las normas que lo modifiquen, sustituyan o deroguen) y considerando los lineamientos establecidos en el presente documento, en lo referente a la caracterización fisicoquímica de las aguas subterráneas. La toma de muestras y los análisis deben haber sido realizados por laboratorios acreditados ante el IDEAM
- Obras de conducción, almacenamiento y sistema de tratamiento a construir incluidos los sistemas de regulación y medición.
- Elementos de medición y control de niveles, (estáticos y dinámicos) caudales y régimen de operación del pozo.
- Medidas de protección del, pozo incluyendo sello sanitario, aislamiento, cerramiento y manejo de aguas lluvias.
- Cronograma de mantenimiento.

- Diagnóstico sanitario de acuerdo a lo establecido en el FUNIAS para el área de influencia de los pozos.
- Medidas y acciones a implementar para evitar pérdidas de agua y una inadecuada disposición de sobrantes.
- Presentar las medidas para cierre y abandono del pozo.
- Formulario Único Nacional de Solicitud de Concesión de Aguas Subterráneas debidamente diligenciado.

### 7.3 VERTIMIENTOS

Cuando el solicitante pretenda realizar vertimientos, debe cumplirse lo establecido en el Capítulo 3, Título 3, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o en aquel que lo modifique, sustituya o derogue y sus normas reglamentarias (Resolución 1514 de 2012, Resolución 1207 de 2014, Resolución 631 de 2015, etc.).

- Identificación de las actividades generadoras de las aguas residuales, entre ellas aguas ácidas tanto de la mina como de las zonas de disposición de sobrantes del proceso minero.
- Caracterización del vertimiento: caudal máximo de descarga para cada una de las alternativas de vertimiento propuestas, duración, periodicidad (continuo o intermitente), clase de agua residual (domésticas, no domésticas, industriales y ácidas), caracterización físico-química típica de referencia del agua que se pretende verter antes y después del tratamiento.
- Descripción de la operación y del sistema de tratamiento (diseños tipo, esquemas y figuras), manejo y estructuras de entrega en los sitios de disposición final, que serán implementadas durante las diferentes fases del proyecto.
- Plan de gestión del riesgo para vertimientos (Resolución 1514 de 2012), para el sistema de tratamiento de aguas residuales, en caso de eventos no planeados, situaciones de suspensión temporal, falla o mantenimiento rutinario, entre otros.

En el marco de la evaluación de los vertimientos, si se quiere optar por la opción de reúso, se debe tener en cuenta la Resolución 1207 de 2014, así como la viabilidad y la aplicabilidad de ejecución que apruebe la Autoridad Ambiental.

#### 7.3.1 Para vertimientos en cuerpos de agua

Cuando el solicitante pretenda realizar vertimientos en cuerpos de agua continentales, debe presentar la siguiente información:

- Identificación y localización (georreferenciar) de las corrientes o tramos homogéneos receptores de las descargas de aguas residuales.

- Determinación de los caudales o niveles característicos del tramo o sector estudiado, los cuales deben ser consistentes con el estudio hidrológico presentado en la caracterización ambiental.

En tanto Minambiente adopta la Guía de Modelación de vertimientos, para la modelación de contaminantes, se deben seguir los siguientes lineamientos:

Para la modelación de la capacidad de asimilación del cuerpo receptor frente a las descargas de aguas residuales producidas por las actividades del proyecto, se debe presentar la siguiente información:

- Realización de un estudio de modelación hidrodinámica, de modelación hidráulica y/o de ensayos con trazadores con el fin de caracterizar la variación espacial y temporal de la velocidad y profundidad del agua y de las principales propiedades geométricas en cada tramo o sector de análisis. Esto debe hacerse previamente a las campañas de monitoreo. Específicamente, para el caso de cuerpos lóticos modelados unidimensionalmente, se requieren curvas de calibración de profundidad, área mojada, perímetro mojado, ancho superficial, velocidad media y velocidad máxima como función del caudal; así mismo, se debe reportar la pendiente longitudinal y la descripción o caracterización del material del lecho para el tramo homogéneo analizado.
- Construcción de un modelo de tiempos de viaje, debidamente calibrado a partir de datos de ensayos con trazadores, modelación hidrodinámica en dos o tres dimensiones y/o modelación hidráulica para flujo uniforme, no uniforme o no permanente. En el caso de que se realicen ensayos con trazadores, se debe reportar la siguiente información para cada tramo o sector estudiado, a partir de la calibración de modelos de transporte de solutos y/o el análisis estadístico de los datos obtenidos en campo:
  - Para cuerpos lóticos:
    - Construcción de un modelo de tiempos de viaje debidamente calibrado.
    - Tiempo de primer arribo.
    - Tiempo medio de viaje (en el caso de inyección instantánea).
    - Tiempo al pico.
    - Tiempo de pasaje.
    - Coeficiente de dispersión longitudinal y área transversal efectiva del tramo.
    - Coeficientes de dispersión longitudinal, transversal y/o vertical, cuando se realicen ensayos con trazadores de inyección continua.
    - Fracción dispersiva.

➤ Para cuerpos lénticos:

- Coeficientes de dispersión/difusión longitudinal, transversal y/o vertical
- Estimación de la longitud o dimensión del tramo o sector de modelación, respectivamente, mediante una metodología debidamente sustentada y justificada<sup>30</sup>.

Para el caso de cuerpos lóticos, con la información hidráulica obtenida, se debe reportar la longitud de mezcla en cada sitio de medición, estimada a partir de ecuaciones empíricas (e.g. Dingman, 2002; Kilpatrick y Wilson, 1989; Thomann y Mueller, 1987; Fischer *et al*, 1979; Day, 1977; Yotsukura y Cobb, 1972) y/o la simulación de modelos de zona de mezcla (e.g. CORMIX, Visual Plumes, tubos de corriente, dinámica de fluidos computacional; ver por ejemplo Rutherford, 1994) considerando diferentes condiciones de localización de la descarga (por ejemplo, central y lateral). Para el caso de cuerpos lénticos, se debe reportar la extensión de la pluma contaminante proveniente de tributarios y/o vertimientos directos bajo diferentes escenarios de caudal descargado y nivel en el cuerpo receptor.

Justificación de la selección del modelo más apropiado para las condiciones del sistema a modelar, teniendo en cuenta los procesos dominantes, la complejidad del problema, la variación espacial (unidimensional, bidimensional o tridimensional) y temporal (dinámico, estado estable) de la calidad del agua y de las descargas existentes en el tramo o sector estudiado. El programa de monitoreo debe ajustarse de acuerdo con el modelo seleccionado.

Definición de la estructura conceptual para la modelación de la calidad del agua. Se deben incluir, como mínimo, los siguientes puntos:

- Protocolo o marco de modelación.
- Síntesis de la información preliminar para definir el modelo conceptual.
- Esquemas que indiquen: entradas, salidas, fuentes, sumideros y procesos físico-químicos y biológicos dominantes identificados en el sistema a modelar.
- Segmentación inicial del sistema, teniendo en cuenta la definición de los tramos o sectores de análisis y, si es necesario, de acuerdo con criterios de estabilidad y precisión numérica para la implementación del código del modelo seleccionado.
- Definición de los determinantes de calidad del agua a simular.
- Descripción general de la estructura del modelo seleccionado: procesos modelados, ecuaciones matemáticas, variables de estado, parámetros del modelo, condiciones

---

<sup>30</sup> En caso de que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la autoridad ambiental regional o el IDEAM establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia una metodología para la definición de la longitud de influencia del vertimiento sobre corrientes de agua superficial, ésta debe ser atendida por el usuario.

de frontera, condiciones iniciales, método de solución numérica o analítica, plataforma de solución, ventajas, limitaciones y suposiciones.

- Definición de criterios para la calibración y validación del modelo, lo cual incluye la descripción de la función objetivo, las tasas, constantes y velocidades de transformación por calibrar, y rangos, algoritmo(s) de calibración y validación y criterios de aceptabilidad del modelo.

Se deben plantear la simulación como mínimo, en los siguientes escenarios:

- Condición sin proyecto (línea base).
- Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal/nivel característico de condiciones mínimas sobre el cuerpo de agua receptor.
- Carga promedio en el vertimiento tratado y caudal/nivel promedio sobre el cuerpo de agua receptor.
- Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal/nivel máximo ordinario sobre el cuerpo de agua receptor. En este escenario y para el caso de cuerpos lóticos, se debe considerar la resuspensión de sustancias (sedimentos, patógenos, tóxicos) provenientes del fondo del cauce.
- Carga máxima en el vertimiento antes del tratamiento y caudal/nivel característico de condiciones mínimas sobre el cuerpo de agua receptor.

Comparar entre todos los escenarios de modelación, así como con respecto a los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico establecidos por la autoridad ambiental competente (si existen) o a nivel nacional, y análisis de los conflictos con los usos actuales y potenciales del recurso hídrico de acuerdo con los resultados obtenidos.

Cálculo de los factores de asimilación de cada corriente.

En estos análisis se debe tener en cuenta lo dispuesto en los instrumentos de planificación y administración del recurso hídrico, contenidos en la PNGIRH.

Para la toma de los parámetros físico-químicos y microbiológicos se debe considerar lo siguiente:

➤ Para cuerpos lóticos:

- La toma de muestras se debe realizar siguiendo la misma masa de agua desde aguas arriba hacia aguas abajo, incluyendo los afluentes y vertimientos en el orden que confluyen en la corriente principal, para lo cual se debe generar previamente un programa de monitoreo y tiempos de viaje.
- Las muestras tomadas para los parámetros físico-químicos sobre los cuerpos de agua deben ser integradas en la sección transversal y en la profundidad, en los parámetros a los que haya lugar.

- Las muestras de los parámetros microbiológicos se deben tomar de forma puntual, en lo posible, en el centro del cauce o en la vertical asociada con el punto más profundo en la sección transversal.

Para la toma de muestras siguiendo la misma masa de agua, se deben tener en cuenta los resultados obtenidos en el modelo de tiempos de viaje.

➤ Para cuerpos lénticos, se debe:

- Tomar una muestra integrada en la profundidad o varias puntuales representativas en la zona fótica y otras puntuales representativas de la zona afótica o el hipolimnio, para su caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica (fitoplancton y zooplancton).
- Cuando haya captaciones de agua para consumo humano, se debe tomar y analizar una muestra puntual a la altura de cada captación.
- Se deben obtener los perfiles de temperatura, conductividad y de oxígeno disuelto en toda la profundidad con un equipo perfilador tipo CTD-O (Conductividad-Temperatura-Profundidad con sensor de oxígeno disuelto) o mediante un método alternativo, y a partir de dichos perfiles determinar la estratificación del cuerpo de agua (reportando, por ejemplo, el epilimnio, el mesolimnio, el hipolimnio y la termoclina).
- Se debe estimar la profundidad de la zona fótica y reportar las profundidades de toma de las muestras en la zona fótica y afótica.

### **7.3.2 Para vertimientos en suelos**

Cuando el solicitante pretenda realizar vertimientos en suelos, debe presentar la siguiente información:

- Posibles áreas de disposición por cada unidad de suelo, presentando las pruebas de percolación respectivas.
- Caracterización fisicoquímica del área de disposición propuesta incluyendo textura, capacidad de intercambio catiónico, pH, relación de adsorción de sodio (RAS), porcentaje de sodio intercambiable, contenido de humedad y capacidad de infiltración. Para la disposición de aguas industriales se debe adicionalmente evaluar grasas y aceites, hidrocarburos totales y metales (los metales a evaluar dependerán de la composición físico-química del vertimiento y de los insumos a utilizar durante el desarrollo de las actividades planteadas).
- Análisis de los elementos meteorológicos que pudieran afectar la disposición de aguas residuales.

- Avance del frente húmedo en el perfil del suelo y sus implicaciones en aguas subterráneas, a través de modelos matemáticos y propiedades fisicoquímicas del suelo.
- Estimación de la variación del nivel freático con base en la información recolectada en campo.
- Evaluación del riesgo de contaminación del acuífero asociado a la zona de infiltración.

El solicitante debe dar cumplimiento a lo establecido en el Capítulo 3, Título 3, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.

El análisis de la infiltración de las aguas vertidas en suelos debe tener en cuenta lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH, donde los objetivos de calidad del agua establecen los usos actuales y potenciales del mismo. Se cuenta con los siguientes instrumentos de Planificación: Cuencas - POMCA/Comisiones Conjuntas, Calidad – PORH/Objetivos de Calidad, Aguas Subterráneas - Planes de Manejo de Aguas Subterráneas.

Se debe presentar el diseño tipo de la adecuación de los sitios propuestos para la disposición de las aguas a verter, así como la descripción de las medidas a implementar para prevenir la contaminación del suelo teniendo en cuenta la composición estimada del vertimiento.

Las diferentes alternativas de disposición final de aguas residuales deben contemplar niveles de riesgo a la salud humana y al ambiente.

#### **7.4 OCUPACIONES DE CAUCES**

Cuando el proyecto requiera realizar ocupaciones de cauces de cuerpos de agua, se debe:

- Con base en información disponible realizar el análisis de frecuencia para caudales máximos, justificándolos técnicamente mediante el uso de metodologías de valores extremos. Asimismo, realizar el análisis para caudales medios.
- Presentar la ubicación georreferenciada de los tramos donde se implementarán las obras.
- Construir la sección topo-batimétrica que cubra todo el cauce a intervenir, incluyendo la llanura inundable. Para el caso de cuerpos lénticos, se debe levantar la batimetría correspondiente, obteniendo además las curvas nivel, el volumen y nivel y el área superficial.
- En el caso en que se intervenga directamente el cauce o que existan obras de protección permanentes, se debe realizar el estudio de dinámica fluvial que contenga estudios hidráulicos, hidrológicos, sedimentológicos, geológicos y

geomorfológicos, asociados al tramo de obra a diseñar, incluyendo niveles y áreas de inundación para diferentes escenarios hidrológicos.

- Presentar el diseño del tránsito hidráulico, mostrando adecuadamente los niveles que alcanzan los caudales diseñados asociados con los respectivos periodos de retorno. De igual manera presentar el diseño en etapa de factibilidad de los bordes libres y obras de protección adicionales (p. e. enrocados), para garantizar la estabilidad ambiental del cauce en el tramo analizado.
- Presentar los diseños de las obras a construir, la temporalidad y los procedimientos constructivos.

Las obras que ocupen el cauce deben estar acompañadas de los respectivos formularios únicos nacionales debidamente diligenciados para los permisos de ocupación del cauce.

## 7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL

Cuando el proyecto requiera solicitar un permiso para el aprovechamiento forestal único, se debe presentar la siguiente información:

- Inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de cobertura vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestal (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%; se deben presentar los análisis estadísticos detallados incluyendo los soportes correspondientes a los inventarios forestales. Asimismo, se debe presentar un cuadro resumen por tipo de cobertura vegetal de los principales parámetros estadísticos conducentes al cálculo del error de muestreo.
- Tipo de muestreo realizado, incluyendo el número y tamaño de las parcelas de muestreo (establecidas en las zonas objeto de aprovechamiento), los volúmenes totales de aprovechamiento presentes por cada tipo de cobertura vegetal y cálculos que soporten el volumen promedio por hectárea, especificando las fórmulas utilizadas y el factor de forma. De igual manera, se deben presentar los cálculos para la determinación del tamaño de la muestra para cada unidad de cobertura vegetal.
- Destinación de los productos forestales.
- Planos que contengan:
  - Localización y georreferenciación de las parcelas en un mapa escala 1:25.000 o más detallada, relacionando la vereda o el corregimiento y el municipio en el cual se ubican.
  - Cantidad y superficie (áreas) de las obras y/o actividades constructivas del proyecto, que posiblemente se verán involucradas para efectuar el

- aprovechamiento forestal, estableciendo las unidades de cobertura vegetal a intervenir por el desarrollo del proyecto, discriminadas por obra o actividad a desarrollar.
- Cada punto señalado en el plano se debe identificar con su número que debe coincidir con la marcación de los individuos en campo y con la numeración del inventario forestal.
  - Cada individuo muestreado debe ser marcado mediante un sistema que permita su clara identificación en el marco del seguimiento de las actividades de ejecución del proyecto, sin que esto implique el detrimento del estado fitosanitario del individuo.
  - Identificación de las especies según categoría de amenaza, veda y/o endemismo.
- Información de campo con datos del inventario forestal realizado, incluyendo como mínimo los siguientes aspectos: Tipo de cobertura, superficie a aprovechar (ha), localización (coordenadas geográficas incluido su origen, vereda, municipio), individuos inventariados (nombre común y científico), clasificación taxonómica (al nivel más preciso posible), DAP, área basal, altura comercial, altura total, volumen comercial, estado fitosanitario y observaciones, sumatorias de número de individuos inventariados, discriminando aquellos que serán talados, los que serán trasplantados y aquellos que permanecerán en el sitio.

Se debe evitar el aprovechamiento de las especies en peligro crítico, en peligro o vulnerables. En caso de no ser esto posible, se debe identificar y especificar la correspondiente categoría de amenaza en el inventario (según lo previsto en la Resolución 0192 de 2014 o en aquella que la modifique, sustituya o derogue).

También se debe evitar el aprovechamiento de especies vedadas o endémicas. Sin embargo, en caso de que se requiera el aprovechamiento de especies en veda a nivel nacional o regional, se deben adelantar de manera previa al otorgamiento de la licencia ambiental, ante la autoridad ambiental competente, los trámites correspondientes a la solicitud de levantamiento de dicha veda.

Si el proyecto interviene reservas forestales, el usuario debe solicitar la sustracción de las mismas ante la autoridad competente, de conformidad con la normativa vigente y los términos de referencia establecidos para tal fin.

Si el proyecto prevé el aprovechamiento forestal único en ecosistemas de manglar, se debe dar cumplimiento a lo contemplado en la Resolución 1602 de 1995 y en la Resolución 20 de 1996, expedidas por el entonces Ministerio del Medio Ambiente, o en aquellas que las modifiquen, sustituyan o deroguen. Además, se debe verificar que la zonificación en áreas de manglar definida por la Corporación Autónoma Regional y

establecida mediante resolución expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible permite su intervención o aprovechamiento. De igual manera se debe solicitar concepto previo al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, sobre la conservación y el uso sostenible de dichos ecosistemas de acuerdo con lo referido en el artículo 2.2.2.3.2.4 del Decreto 1076 del 2015.

En caso de que el solicitante requiera la movilización de productos forestales en primer grado de transformación, derivados del aprovechamiento, debe tramitar con anterioridad el debido salvoconducto único nacional - SUN, ante la autoridad ambiental competente, atendiendo las disposiciones de la Resolución 438 de 2001 o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

## **7.6 EMISIONES ATMOSFÉRICAS (AIRE Y RUIDO)**

Para las fuentes fijas de emisión que requieran permiso de emisión de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 1, Título 5, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 y en la Resolución 619 de 1997, o aquellas normas que las modifiquen, sustituyan o deroguen.

Se debe actualizar la información de línea base en cuanto a inventario de emisiones, monitoreo de calidad del aire y modelo de dispersión de contaminantes. La información suministrada debe estar actualizada y vigente, sin que supere un año de antigüedad.

El impacto asociado de las fuentes de emisión que se tendrán en el proyecto, obra o actividad, se debe realizar a través de un modelo de dispersión de calidad del aire para tres escenarios posibles (actual sin proyecto, operación crítica con proyecto sin medidas de control y operación crítica con proyecto y medidas de control), que incluya la siguiente información:

- Inventario de fuentes de emisión atmosférica
- Estimación de la emisión atmosférica
- Información meteorológica
- Monitoreo de calidad del aire.
- Modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos

La metodología a emplear será la descrita en el ítem “5.1.8 Atmósfera” del presente documento.

## **7.6.1 Fuentes de generación de ruido**

### **7.6.1.1 Inventario de fuentes potenciales y receptoras**

Para la realización de este inventario se debe emplear la metodología descrita en el numeral denominado “Inventario de fuentes de generación de ruido” relacionado en la caracterización del Medio Abiótico, del presente documento.

### **7.6.1.2 Modelo de ruido**

Se debe aplicar un modelo de ruido, para tres escenarios (actual sin proyecto, futuro con proyecto sin medidas de control y futuro con proyecto con medidas de control) teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

### **7.6.1.3 Metodología**

Identificación y selección del sistema de modelación a emplear indicando supuestos, consideraciones y limitaciones, tanto de la información utilizada como de los resultados obtenidos. Debe incluir criterios acústicos (difracción, reflexión, absorción y modelo digital de elevación de terreno entre otros).

Identificación y selección del marco conceptual de modelación (norma de modelación aplicable por actividad, y metodología de cálculos, adoptados internacionalmente).

Adjuntar archivos de entrada, de salida y archivos de procesamiento.

### **7.6.1.4 Inventario de fuentes potenciales y receptores**

El inventario se debe realizar de acuerdo a los lineamientos establecidos en el numeral “Ruido y vibración” del presente documento, en lo relacionado con ruido.

### **7.6.1.5 Meteorología**

Las variables meteorológicas a emplear corresponden a temperatura, presión atmosférica, viento (dirección y velocidad) y se debe construir de acuerdo a los lineamientos establecidos en el numeral Meteorología del presente documento.

### **7.6.1.6 Topografía (Modelo digital de elevación de terreno)**

Se debe utilizar un modelo digital de elevación de terreno definido por el sistema de modelación a emplear (SOUNDPLAN, CADNA, LIMA, u otros). Adjuntar archivos de entrada, de salida y archivos del modelo digital de elevación de terreno.

### 7.6.1.7 Resultados

El desarrollo de la modelación debe indicar cuáles son los aportes de contaminación por ruido producto de las actividades del proyecto, en relación con ruido residual y los aportes de las fuentes ajenas al proyecto que tienen incidencia en la zona, haciendo estimaciones de ruido ambiental para las áreas de asentamientos humanos y zonas críticas identificadas.

Los resultados de la modelación deben ser presentados en planos con curvas isófonas, donde se identifiquen claramente las fuentes de generación de ruido, los receptores sensibles identificados y las curvas isófonas.

- La modelación debe permitir:
  - Identificar las zonas de mayor incremento en los niveles de ruido ambiental para cada uno de los escenarios del proyecto.
  - Valorar la magnitud del impacto ocasionado por esta actividad sobre las condiciones del ruido ambiental en los receptores de interés teniendo en cuenta el marco normativo vigente (Resolución 627 de 2006).
- Identificar el aporte de niveles de presión sonora que realiza cada fuente o grupos de fuentes sobre los niveles de ruido ambiental de la zona objeto de estudio.

## 7.7 PERMISO DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD

Cuando en el desarrollo del proyecto, obra o actividad, y durante la implementación del Plan de manejo Ambiental – PMA<sup>31</sup> que sea aprobado por la autoridad ambiental, se lleven a cabo actividades que impliquen la recolección de especímenes (ver definición en glosario) de la biodiversidad (p.e. ahuyentamiento, salvamento de fauna silvestre, colecta y reubicación de especímenes de flora, colecta de muestras hidrobiológicas, reubicación de fauna, entre otras), se debe contar con el permiso de recolección respectivo, el cual debe ser incluido en la solicitud del trámite, de conformidad con el numeral 3 del artículo 2.2.2.3.5.1., del Decreto 1076 de 2015. El permiso al que se hace alusión en este numeral corresponde al permiso que debe ser tramitado de conformidad con lo establecido en el artículo 2.2.2.8.1.1., Sección 1, Capítulo 8 y subsiguientes del Decreto 1076 de 2015, para las actividades que se realizarán posteriores a la obtención de la licencia ambiental, el cual es diferente del permiso al que se refiere la Sección 2, del Capítulo 9, Título 2,

---

<sup>31</sup> El Plan de Manejo Ambiental incluye: los programas de manejo ambiental, el Plan de Seguimiento y Monitoreo, el Plan de Gestión del Riesgo, y el Plan de Desmantelamiento y Abandono.

Parte 2 , Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, necesario para adelantar el Estudio de Impacto Ambiental, es decir de manera previa a la obtención de la licencia.

En el caso de que la licencia ambiental se encuentre otorgada, y esta no contemple dicho permiso, se debe solicitar la modificación de la misma para la inclusión del permiso que trata el artículo 2.2.2.8.1.1., Sección 1, Capítulo 8 y subsiguientes del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue, de conformidad con numeral 3 del artículo 2.2.2.3.5.1, del Decreto 1076 de 2015.

Cuando el permiso de recolección se encuentre otorgado dentro de la licencia ambiental, pero no contemple algunos especímenes de la diversidad biológica a recolectar y/o la(s) metodología(s) para su recolección, el usuario puede adicionar a las metodologías establecidas, los métodos de recolección, los grupos biológicos y/o los perfiles de los profesionales al permiso de recolección otorgado, previa autorización de la autoridad ambiental.

A continuación, se relaciona la información que se debe presentar para la solicitud del permiso de recolección:

- Justificación para la recolección de especímenes, indicando las razones por las cuales es necesaria su recolección, para dar cumplimiento a las acciones, objetivos y metas del Plan de Manejo Ambiental.
- Descripción detallada de la(s) metodología(s) para la recolección de especímenes, la cual debe especificar:
  - ✓ Metodologías de extracción temporal (captura) o definitiva de especímenes/muestras en campo, laboratorio y desplazamientos, acordes con los grupos biológicos objeto de recolección.
  - ✓ Metodologías de manejo de los especímenes *ex situ* (condiciones y tiempo), en el caso de que aplique (por ejemplo, reubicación).
  - ✓ En el caso de que aplique, disposición final de especímenes (vivos o muertos) en colecciones biológicas o centros de rehabilitación.
- Especificar la categoría taxonómica del grupo biológico a recolectar.
- Indicar si se requiere la recolección de especies en alguna categoría de amenaza, veda o endemismo, e incluir la respectiva justificación.
- Si la naturaleza y objetivo del proyecto lo permite, establecer un total de especímenes estimado a recolectar por categoría taxonómica, frecuencia y sitio de muestreo.

Perfil de los profesionales que llevarán a cabo las actividades de recolección de especímenes de la biodiversidad, donde se evidencie la idoneidad y la experiencia en el uso de trampas y técnicas de muestreo (ahuyentamiento, manipulación de especímenes, translocación), experticia en preservación (sacrificio, conservación) y transporte o

movilización de especímenes y/o muestras para cada uno de los grupos biológicos objeto de estudio.

## 7.8 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Cuando se requiera de materiales de construcción para la ejecución de las obras civiles, se debe identificar y localizar (georreferenciar) los sitios que respondan a la demanda del proyecto y que cuenten con las autorizaciones vigentes del Ministerio de Minas y Energía y las autoridades ambientales competentes.

Cuando dichos materiales hacen parte del proyecto minero, su explotación debe estar amparada con el respectivo registro minero el cual debe estar incluido en la solicitud de licencia ambiental. En dicho caso, en el capítulo de Descripción del Proyecto debe abordarse esta actividad soportada con respectivo diseño de la explotación acorde con el PTO presentado ante la Autoridad Minera. De igual forma, la evaluación de los impactos y su manejo ambiental deben formar parte del presente EIA.

## 8. EVALUACIÓN AMBIENTAL<sup>32</sup>

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales se debe partir de la caracterización de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio. Dicha caracterización expresa las condiciones generales de la zona sin los efectos del proyecto y se constituye en la base para analizar cómo el proyecto las modificará. Lo anterior indica que se deben analizar dos escenarios, a saber: la determinación de impactos ambientales con y sin proyecto.

La evaluación debe considerar, especialmente, los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos generados por la ejecución del proyecto, contemplando su relación con el desarrollo de otros proyectos ubicados en el área de influencia.

En el estudio se deben detallar las metodologías de evaluación empleadas, los criterios de valoración y la escala espacial y temporal de la valoración. Dicha evaluación debe contar con sus respectivas categorías, de manera que facilite la ponderación cualitativa y cuantitativa de los impactos.

---

<sup>32</sup> En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia una metodología para la identificación y evaluación de impactos, ésta debe ser utilizada por el usuario.

La metodología utilizada debe facilitar un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario, y la evaluación de impactos debe incluir una discusión sobre las relaciones causales.

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

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

En la evaluación ambiental se deben tener en cuenta e incorporar, en caso de ser pertinentes, las percepciones, comentarios e impactos que resulten de los procesos participativos con las comunidades, organizaciones y autoridades del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico.

Una vez identificados los impactos ambientales se debe redefinir la delimitación del área de influencia preliminar de manera que se obtenga el área de influencia final para el proyecto.

## **8.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO**

En el análisis de los impactos previos al proyecto, se deben identificar las actividades que mayor incidencia han tenido en los cambios que ha sufrido el área de influencia. Adicionalmente, se debe cualificar y cuantificar el estado actual de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), y su sensibilidad ambiental, y realizar el análisis de tendencias, considerando la perspectiva del desarrollo regional y local, la dinámica económica, los planes gubernamentales, la preservación y manejo de los recursos naturales y las consecuencias que para los ecosistemas de la zona tienen las actividades antrópicas y naturales propias de la región.

Para lo anterior, se deben identificar las interacciones de las actividades que se desarrollan en la región, y calificar los impactos generados sobre los componentes, grupos de componentes o medios abiótico, biótico y socioeconómico

Se debe presentar la información relacionada con los conflictos ambientales existentes, para cada uno de los medios, incluyendo los que se presentan por el uso de los recursos naturales (agua, suelo, forestal, entre otros).

## **8.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO**

A partir de la evaluación ambiental para el escenario sin proyecto, y de las calificaciones obtenidas para cada impacto, se deben identificar, describir y calificar los impactos a generar por el proyecto sobre el entorno, como resultado de la interacción entre las actividades del mismo y los componentes de cada medio. Cabe aclarar que esta valoración se realiza sin tener en cuenta los programas de manejo ambiental, dado que, de acuerdo con la significancia de los impactos, es que se formula el Plan de Manejo Ambiental.

Cuando existan incertidumbres acerca de la magnitud y/o alcance de algún impacto del proyecto sobre el ambiente, se deben realizar y describir las predicciones para el escenario más crítico posible y que haya ocurrido históricamente en este tipo de actividades (sin tener en cuenta contingencias o eventos no planeados).

Se debe presentar la información relacionada con los conflictos ambientales existentes que puedan potenciarse frente al desarrollo del proyecto, para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, incluyendo los que se presentan por el uso de los recursos naturales (agua, suelo, forestal, entre otros).

## **8.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL**

En desarrollo de este numeral debe realizarse un análisis costo beneficio, el cual corresponde a una estimación del valor económico de los beneficios y costos ambientales que potencialmente generará la ejecución del proyecto, a partir de la cuantificación monetaria de los impactos ambientales (positivos y negativos) significativos o relevantes en el contexto ambiental y social del área de interés.

El propósito del análisis costo beneficio es identificar y estimar el valor económico de los impactos ambientales, de tal manera que éstos puedan incluirse dentro del análisis de evaluación económica ambiental del proyecto y contribuir en la determinación de la viabilidad del mismo.

Siguiendo a Dixon y Pagiola (1998), la incorporación de los impactos positivos y negativos ambientales, identificados en la evaluación ambiental de un proyecto, obra o actividad es

un proceso de dos etapas. Primero, se debe abordar la valoración económica, a partir de la cuantificación biofísica de los bienes y servicios ecosistémicos como tal, teniendo en cuenta sus unidades, y en segundo lugar, se debe identificar la relación con el factor de afectación; cuáles son los impactos identificados como relevantes y cuáles son los bienes y servicios ecosistémicos afectados por estos impactos. A partir de esta identificación se hace necesario seguir algunos criterios para determinar el método de valoración económica a ser aplicado, de acuerdo con el contexto del proyecto, obra o actividad.

Al final, toda la información que se derive del análisis económico integrado al proceso de evaluación de impacto ambiental, servirá de manera directa para contribuir al objetivo de ejecutar la gestión ambiental dentro de un modelo de desarrollo económico sostenible, procurando la conservación e inclusión de la depreciación del capital natural dentro de las actividades económicas que se desarrollan en el país.

Para este fin, el solicitante de la licencia ambiental puede utilizar los métodos de valoración económica sugeridos en la siguiente tabla:

**Tabla 5. Métodos de valoración económica sugeridos para el EIA.**

ETAPA		GRUPOS METODOLÓGICOS		
		Métodos basados en costos	Métodos de preferencias reveladas	Métodos de preferencias declaradas
VALORACIÓN ECONÓMICA	Orientación	Intentan cuantificar lo que las personas están dispuestas a pagar por atender, mitigar o evitar una situación que les empeora su bienestar a partir de sus decisiones de gasto.	Estiman el valor de uso directo e indirecto de los bienes y servicios ambientales por tipo de uso (recreación, salud, insumos de producción, entre otros), aprovechando la relación que exista entre la calidad ambiental y un bien o servicio de mercado.	En el enfoque de preferencias declaradas se le pide a la gente expresar directamente sus preferencias y valores, en lugar de deducir los valores de las opciones reales, como aquellos de preferencia revelada.
	Métodos más usados	a. Costos de mitigación. b. Costos de reposición. c. Costos de reemplazo. d. Costos evitados. e. Costos de enfermedad/morbilidad.	a. Precios hedónicos (propiedades y salarios). b. Costos de viaje. c. Cambios en la productividad. d. Costos de oportunidad.	a. Valoración contingente. b. Elección contingente (análisis conjoint).
	Método de transferencia de beneficios.			
EVALUACIÓN ECONÓMICA		<p align="center"><b>ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO</b></p> Indicadores: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio Costo (RBC).		

**Fuente:** Grupo Valoración Económica – SIPTA, 2016

## 9. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

A partir de la zonificación ambiental, los servicios ecosistémicos y la evaluación de impactos realizada, se debe determinar la zonificación de manejo ambiental.

El análisis de cada una de las unidades de manejo debe realizarse de manera cualitativa y cuantitativa, utilizando un *software* de análisis de información geográfica. La evaluación debe definir las restricciones de tipo abiótico, biótico y socioeconómico. Las unidades de manejo deben agruparse indicando la superficie (ha) de cada una de ellas y su porcentaje de participación con respecto al área total del proyecto, en las siguientes áreas de manejo:

- **Áreas de Intervención:** corresponde a áreas donde se puede ejecutar el proyecto, con un manejo ambiental acorde a las actividades y fases del mismo.
- **Áreas de intervención con restricciones:** corresponde a áreas donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordes con las actividades y fases del proyecto y con la vulnerabilidad ambiental de la zona; se deben establecer grados, tipos de restricción y condiciones para la ejecución de las mismas. Estas áreas deben clasificarse según categoría de restricción (alta, media y baja), la cual determina las condiciones que se han de cumplir para la ejecución de actividades en las mismas.
- **Áreas de exclusión:** corresponde a áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto. Para definir estas áreas se deben considerar criterios de exclusión tales como vulnerabilidad y funcionalidad ambiental y restricciones impuestas legalmente al uso del territorio. Estas áreas son adicionales a las establecidas por Ley 685 de 2001 y leyes modificatorias de la misma.

Tanto la zonificación de manejo ambiental de cada medio (mapas intermedios), como la zonificación de manejo ambiental final (la suma de los mapas de cada medio), deben cartografiarse a escala 1:10.000, o la más detallada posible en función de la extensión del proyecto y la sensibilidad ambiental del área.

## 10. PLANES Y PROGRAMAS

### 10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de de Manejo Ambiental (PMA) comprende:

- Programas de manejo ambiental
- Plan de seguimiento y monitoreo

- Plan de gestión del riesgo
- Plan de desmantelamiento y abandono

En la formulación del PMA se deben tener en cuenta e incorporar, en caso de ser pertinentes, los aportes que resulten de los procesos participativos con las comunidades, organizaciones y autoridades del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico.

### **10.1.1 Programas de Manejo Ambiental**

Los programas de manejo ambiental son el conjunto detallado de acciones y/o medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

Los programas con sus subprogramas (cuando se requiera), corresponden a las medidas de manejo ambiental con base en la jerarquía del manejo de potenciales impactos identificados, considerando como primera opción acciones para prevenir y evitar la ocurrencia de los impactos; como segunda opción, acciones para mitigarlos y/o minimizarlos; posteriormente se considerarán acciones para corregir o restaurar las condiciones del medio ambiente, y por último, se deben considerar las acciones de compensación.

Para los impactos identificados, se deben plantear medidas de manejo ambiental teniendo en cuenta que una misma medida puede aplicar para el manejo de diferentes impactos y que un impacto puede ser manejado a través de diferentes medidas.

El planteamiento de los programas debe enfocarse al control integral de los impactos ambientales; para ello se debe tener en cuenta que puede haber impactos que se manifiesten en diferentes medios (por ejemplo, la contaminación del recurso hídrico superficial puede afectar elementos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico) y/o componentes (por ejemplo, la alteración de las actividades económicas tradicionales de la población puede afectar los componentes económico, demográfico, cultural, etc.).

Los programas de manejo ambiental deben especificar:

- Objetivo(s) de cada programa y subprograma.
- Metas relacionadas con los objetivos identificados.
- Impactos a manejar por cada programa (con base en la evaluación de impactos).
- Tipo de medida (prevención, mitigación, corrección y/o compensación). Fase (s) del proyecto en las que se implementaría cada programa y subprograma.
- Lugar(es) de aplicación (ubicación cartográfica).

- Descripción de acciones específicas a desarrollar dentro de cada programa y subprograma.
- Relación de las obras propuestas a implementar. Los diseños deben presentarse como documentos anexos al Estudio.
- Cronograma estimado de implementación de los programas.
- Costos estimados de implementación de cada programa.
- Análisis de Ciclo de Vida (En adelante ACV).
- Indicadores que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de los objetivos y las metas propuestas, así como determinar la eficacia y efectividad (despeño ambiental) de cada programa y subprograma.<sup>33, 34</sup>
- Perfil del grupo de trabajo idóneo que se encargará del manejo ambiental

Se debe presentar un cuadro o esquema en el que se indiquen las medidas de manejo ambiental que corresponden a cada impacto identificado.

En la elaboración de los programas se debe considerar que:

- Los objetivos, metas e indicadores de los programas de manejo ambiental estén orientados al manejo efectivo de todos los impactos identificados.
- Los programas propuestos tengan en cuenta, en caso de existir, los planes de desarrollo regional, local y el ordenamiento ambiental territorial, y que sean coherentes con dichos planes.
- El (los) lugar(es) de aplicación de los programas de manejo ambiental corresponda(n) con las áreas en las que se haya previsto la manifestación de los impactos ambientales a tratar; es decir, las áreas de influencia de cada componente, grupo de componentes o medio.

Se aclara que el indicador no se puede orientar a mostrar el porcentaje de ejecución de actividades; sino que debe reflejar en qué medida las acciones que se implementarían en el PMA estarían siendo efectivas en el tiempo para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar el impacto.

---

<sup>33</sup> Los objetivos planteados deben aludir al cambio que se quiere lograr, y las metas por su parte, deben ser formuladas en términos cuantificables de cantidad, calidad, tiempo, y tener relación directa con las actividades, con los objetivos y poder ser verificadas de manera objetiva.

Los indicadores deben permitir que se establezca la gradualidad en que se van alcanzando los objetivos de cada Programa. La descripción de éstos debe incluir medidas de cantidad, calidad y tiempo de implementación, con el propósito de conocer si la medida está siendo efectiva para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos a los que alude.

<sup>34</sup> En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia un sistema de indicadores, éstos deben ser utilizados por el usuario.

## **10.1.2 Plan de Seguimiento y Monitoreo**

El plan de seguimiento y monitoreo debe estar dividido en:

### **10.1.2.1 Seguimiento y monitoreo a los planes y programas**

El seguimiento y monitoreo a los planes y programas tiene como propósito revisar la validez y confiabilidad de los mismos. En tal sentido, este plan está dirigido a vigilar y verificar el comportamiento y efectividad de dichos planes y programas e identificar potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo del proyecto, que permitan la aplicación de los ajustes a los que haya lugar.

Para tal fin, se debe precisar en este plan:

- Acciones a desarrollar para obtener la información y/o los datos que permitan calcular los indicadores propuestos en el PMA.
- Criterios utilizados para el planteamiento de cada indicador, tanto de cumplimiento como de efectividad ambiental (despeño ambiental).
- Frecuencia de medición.
- Justificación de la representatividad del indicador planteado, así como de la información utilizada para su cálculo.

Se aclara que el indicador no se puede orientar a mostrar el porcentaje de ejecución de actividades; sino que debe reflejar en qué medida las acciones que se implementarían en el PMA estarían siendo efectivas en el tiempo para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar el impacto.

### **10.1.2.2 Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio**

Corresponde al seguimiento y monitoreo a los componentes ambientales, de acuerdo con el análisis de impactos realizado, y la evaluación de la magnitud real de las alteraciones que se producen como consecuencia del proyecto.

El solicitante debe proponer un sistema de indicadores que permita monitorear los componentes identificados y tener una visión holística de la calidad del medio y su comportamiento.

Para el efecto debe considerar los siguientes aspectos:

- Caracterización ambiental de los componentes ambientales de cada medio.
- Cumplimiento de las normas ambientales.

Para el seguimiento y monitoreo de los componentes ambientales, el plan debe incluir como mínimo:

- Objetivos.
- Componentes ambientales a monitorear.
- Indicadores (cuantitativos y cualitativos) orientados a establecer las alteraciones en la calidad del medio, especificando lo que se pretende medir y monitorear con cada uno de ellos.
- Localización de los sitios de monitoreo, cuando aplique, con la respectiva ubicación cartográfica.
- Métodos de monitoreo de acuerdo a la normativa ambiental con apoyo en laboratorios acreditado por IDEAM.
- Identificación de las medidas de manejo que inciden en la calidad del medio.
- Descripción de los procedimientos utilizados para medir la calidad del medio, relacionando los instrumentos necesarios.
- Periodicidad y duración del monitoreo.
- Criterios para el análisis e interpretación de resultados.

Se aclara que el indicador no se puede orientar a mostrar el porcentaje de ejecución de actividades; sino que debe reflejar en qué medida las acciones que se implementarían estarían siendo efectivas en el tiempo para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar el impacto.

**Nota:** Para el seguimiento y monitoreo del componente hidrogeológico se debe presentar la propuesta del diseño de redes de monitoreo, seguimiento y control de niveles y de la calidad del agua, las cuales deben ser representativas. Se debe sustentar la propuesta de diseños de las redes de monitoreo, así como el de las frecuencias de monitoreo.

### **10.1.3 Plan de Gestión del Riesgo**

Se debe realizar un análisis específico de riesgo que involucre los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta (existente y proyectada) y aquellos eventos que se deriven de las actividades propias de construcción y/u operación del proyecto de explotación minera. Esta es la base para el diseño e implementación de medidas de reducción del riesgo y planes de contingencia (para dar respuesta a riesgos materializados) que son de obligatorio cumplimiento considerando lo reglamentado en la Ley 1523 de 2012 y específicamente lo dispuesto en su artículo 42 y las normas que la reglamenten, modifiquen, sustituyan o deroguen.

Para cada riesgo identificado que no pueda ser eliminado y/o reducido; la gestión del riesgo debe abordar los procesos de conocimiento, reducción y manejo del mismo. En este contexto, se deben identificar las acciones y/o actividades que puedan conducir a la ocurrencia de efectos ambientales no previstos dentro del normal funcionamiento y

desarrollo de las obras y/o actividades del proyecto, incluyendo la reducción de la exposición a las amenazas, la disminución de la vulnerabilidad de las personas y de la propiedad, el manejo acertado del suelo y del ambiente, y la preparación ante eventos adversos.

El análisis de riesgos puede ser cualitativo y/o semicuantitativo. En los dos casos los resultados de los cálculos realizados y la presentación de los métodos utilizados deben ser presentados como anexo al Plan de gestión del riesgo.

### 10.1.3.1 Conocimiento del riesgo

- **Identificación de eventos amenazantes**

Se deben identificar y describir acciones y/o actividades externas o asociadas al proyecto de explotación minera que puedan generar eventos amenazantes dentro del área de influencia. Asimismo, se deben establecer los hechos o eventualidades que se puedan presentar configurándose como siniestros.

A partir de la caracterización realizada para el área de influencia y con la información correspondiente a las actividades propias del proyecto de explotación minera (tanto constructivas como operativas).

Se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- Equipos y/o actividades involucradas en las diferentes fases del proyecto de explotación minera.
- Tipo de eventos amenazantes (natural, antrópico, operacional).
- Consecuencias finales (p. e. inundaciones, derrumbes, ruptura del dique de seguridad, incendios, explosiones entre otros).
- Posibles causas y frecuencias de falla (el análisis debe involucrar experiencias a nivel nacional e internacional).
- Análisis de la probabilidad de ocurrencia para cada evento amenazante identificado.

- **Estimación de áreas de afectación**

Se deben determinar las áreas de posible afectación (tanto directas como indirectas) para cada evento identificado en cada una de las etapas del proyecto de explotación minera, definiendo y georreferenciando dichas áreas para los escenarios identificados, con base en la vulnerabilidad (sensibilidad) de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, de ser afectados o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente.

Los resultados del análisis deben ser cartografiados en un mapa de riesgos que integre la zonificación de los eventos amenazantes y la identificación de los elementos vulnerables (sensibles), en escala 1:10.000 o más detallada. Se deben presentar la(s) metodología(s) utilizada(s) para la estimación de áreas de afectación.

- **Identificación de elementos vulnerables (sensibles)**

Se debe realizar un análisis de la vulnerabilidad de los elementos en riesgo. El estudio debe considerar, en lo posible, la ocurrencia de eventos extremos que pudieran ser generados por la variabilidad climática o el cambio climático, incluyendo la infraestructura proyectada (calidad y ubicación) y el área de influencia de acuerdo con la zonificación ambiental y de manejo del EIA.

La línea base ambiental debe ser el punto de partida para la identificación de elementos del ambiente vulnerables (sensibles) para la cuantificación de eventuales pérdidas o daños ambientales, asociados a la materialización del riesgo. Asimismo, la evaluación de impactos ambientales del proyecto debe ser un insumo para la identificación de escenarios de riesgo. Se debe complementar este análisis con otros elementos significativos que se puedan ver afectados por un evento amenazante.

Para cada una de las áreas de afectación directas e indirectas estimadas en el numeral anterior, se deben identificar cómo mínimo los siguientes elementos vulnerables (sensibles):

- Asentamientos humanos.
- Infraestructura social.
- Actividad productiva.
- Bienes de interés cultural.
- Empresas e infraestructura que manejen sustancias peligrosas.
- Acuíferos.
- Áreas ambientalmente sensibles.
- Sitios de captación de agua (bocatomas, sistemas de riego).

La información resultante debe ser cartografiada a escala 1:10.000 o más detallada.

- **Análisis del riesgo**

Del análisis de los eventos amenazantes (endógenos y exógenos) del proyecto de explotación minera; y la evaluación de consecuencias de los eventos amenazantes sobre los elementos identificados como vulnerables (sensibles), se desprende el análisis del riesgo.

Se deben analizar el riesgo ambiental, el riesgo Social, el riesgo Socioeconómico y el riesgo individual; y generar los correspondientes mapas a escala 1:10.000 o más detallada. Se deben presentar los cálculos y la(s) metodología(s) utilizada(s) en el análisis del riesgo.

### 10.1.3.2 Plan de reducción del riesgo

El Plan de reducción del riesgo debe involucrar las medidas de prevención y mitigación que se adoptarán con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos amenazantes (operacionales) y la exposición y/o la vulnerabilidad (sensibilidad) de los elementos expuestos al riesgo; con el fin de evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de que el riesgo llegara a materializarse. Este plan debe ser formulado en función de las diferentes actividades y fases del proyecto.

Como parte del Plan se debe presentar un programa de gestión del riesgo que establezca las políticas, estrategias y prácticas orientadas a prevenir y reducir los riesgos identificados, y a minimizar los efectos negativos. El programa de gestión del riesgo debe tener tres fases, a saber:

- **Prospectiva:** para los riesgos esperados identificados en el análisis de riesgo.
- **Reactiva:** para los riesgos que se materialicen.
- **Correctiva:** para los riesgos residuales.

### 10.1.3.3 Manejo de la contingencia

El objetivo principal del Plan de manejo de la contingencia es generar medidas de prevención, control y atención ante potenciales situaciones de emergencia derivadas de la materialización de riesgos previamente identificados<sup>35</sup>.

Con base en la información obtenida producto del análisis del riesgo, se debe formular el Plan de manejo de la contingencia, el cual debe incluir los planes estratégico, operativo e informático correspondientes.

El Plan estratégico debe contener los resultados del análisis del riesgo y las diferentes medidas de reducción y mitigación; igualmente debe involucrar la definición de los diferentes niveles de respuesta ante la materialización de un riesgo.

---

<sup>35</sup> República de Colombia, Congreso de Colombia. Ley 9 de 1979. Título I. De la protección del medio Ambiente.

El Plan operativo debe establecer los procedimientos básicos de la atención o plan de respuesta a una contingencia; en él se definen los mecanismos de notificación, organización y funcionamiento para la eventual activación del plan de contingencia.

El Plan informático debe establecer los protocolos relacionados con los sistemas de manejo de información y logística (teléfonos del personal involucrado en la respuesta ante una emergencia, tanto interno como externos, pertenecientes a los diferentes Consejos Municipales y Departamentales de gestión del riesgo; planes de ayuda mutua; listado de equipos disponibles para la atención de la emergencia, entre otros), requeridos a fin de que los planes estratégico y operativo sean eficientes.

En el Plan de manejo de la contingencia debe, además:

- Determinar las prioridades de protección.
- Definir los sitios estratégicos para el control de contingencias, teniendo en cuenta las características de los elementos vulnerables identificados.
- Presentar el programa de entrenamiento y capacitación previsto para el personal responsable de la aplicación del plan.
- Reportar los equipos de apoyo para atender las contingencias.

El Plan de manejo de la contingencia debe estar articulado con los planes de contingencia locales, departamentales y regionales, e incluir información reciente sobre la capacidad de respuesta de las entidades de atención de emergencias.

Se debe presentar un programa de capacitación y divulgación sobre el Plan de manejo de la contingencia al personal del proyecto y a las comunidades aledañas, incluyendo las entidades del Sistema Nacional de la Gestión del Riesgo, de acuerdo con la magnitud del riesgo identificado (Consejos Departamentales y/o Municipales para la Gestión del Riesgo de Desastres).

Deben cartografiarse las áreas de riesgo identificadas y la localización de los equipos necesarios para dar respuesta a las contingencias.

Se deben realizar las siguientes actividades propias del mantenimiento y actualización del Plan de manejo de la contingencia.

- Una simulación anual (simulacro de escritorio).
- Un simulacro anual involucrando la comunidad.

#### 10.1.4 Plan de Cierre

De acuerdo al Artículo 2.2.2.3.9.2. Decreto 1076 de 2015, **De la fase de desmantelamiento y abandono**, *“Cuando un proyecto, obra o actividad requiera o deba iniciar su fase de desmantelamiento y abandono, el titular deberá presentar a la autoridad ambiental competente, por lo menos con tres (3) meses de anticipación, un estudio que contenga como mínimo:*

*El titular minero deberá presentar un Plan de Cierre Minero que contemple la totalidad del área titulada y todas las medidas y actividades necesarias para lograr el cierre, desmantelamiento, recuperación, restauración y rehabilitación adecuada de su operación, cuya ejecución debe realizarse durante la vigencia del contrato y durante la etapa contractual de la explotación. Debe contener unos objetivos ajustados a las características específicas del proyecto minero y demás requisitos formales que en cada caso correspondan.”*

El Plan de Cierre debe incluir acciones para la etapa de exploración que incluya las medidas de manejo, prevención, mitigación y compensación, desde los medios abiótico, biótico y socioeconómico que se deben implementar una vez terminada la fase de exploración **y cuando el proyecto no resulte en viabilidad técnica y económica para la fase de explotación.**

En la fase de exploración el titular minero en el marco del artículo 272 de la Ley 685 debe precisar como realizará el Plan de Cierre desmantelamiento, recuperación, restauración o recuperación de la fase exploratoria.

En el caso de que el proyecto minero no continúe a la siguiente fase, el titular debe recuperar, restaurar o reparar las áreas intervenidas con base en la guía minera ambiental aprobada por el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para las labores de exploración, para su respectiva fiscalización y seguimiento ambiental. Esto de acuerdo a que las guías minero ambientales fueron adoptadas de manera concertada por los ministerios de Minas y Ambiente a través de la resolución No. 18-0861 de 2002 de conformidad con el artículo 278 de la Ley 685 de 2001.

En la página 17 de la guía minero ambiental para la etapa de exploración el contrato de concesión comprende las fases de exploración, explotación, beneficio de minerales por cuenta y riesgo del concesionario y el cierre o abandono de los trabajos u obras correspondientes.

De acuerdo a la Ley 1753 de junio del 2015 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018, en su artículo 24, esta insta al Gobierno nacional a *“establecer las condiciones ambientales, técnicas, financieras, sociales y demás que deberá observar*

*el titular minero al momento de ejecutar el plan de cierre y abandono de minas, incluyendo el aprovisionamiento de recursos para tal fin y/o sus garantías”, en este sentido todo proyecto minero debe tener en cuenta las directrices que se emitan de este mandatorio.*

No obstante, deben implementarse los instrumentos de planificación de cierre listados a continuación para asegurar la gestión adecuada de los impactos generados a lo largo de un proyecto minero:

#### **10.1.4.1 Plan de Cierre Inicial**

El Plan de Cierre Inicial es desarrollado durante el Proceso de Licenciamiento Ambiental para proyectos mineros nuevos y por requerimiento de la Autoridad Ambiental para las operaciones ya existentes en las que no se encuentre establecida.

Comprenderá las actividades de cierre progresivo durante la operación, actividades de cierre temporal, investigación del cierre durante la operación para determinar las técnicas óptimas y económicamente eficientes para que formen parte del cierre final, ejecución de actividades de cierre final y actividades post-cierre.

Todo cambio en el desarrollo del proyecto minero, operaciones y actividades de cierre progresivo que contemplen procesos de rehabilitación, restauración ecológica y/o revegetalización, serán incluidos. Para las áreas e infraestructura intervenidas de manera directa por el proyecto, se debe establecer un plan de cierre, abandono o restauración del proyecto minero, el cual debe articularse considerando los siguientes planes y acciones específicos:

- El plan de cierre del proyecto minero se debe planificar teniendo en cuenta las diferentes fases del proyecto, desde la fase de inicio de las actividades mineras, desarrollo, y hasta el final de la vida de la mina, incluyendo de igual forma la fase post-cierre con la preparación de informes de mantenimiento y monitoreo.
- El plan de cierre y restauración debe incluir los mecanismos a través de los cuales todo cambio por el desarrollo de mina, operaciones y actividades de rehabilitación sea revaluado y tenido en cuenta en las actualizaciones del plan de cierre.
- Asimismo, se debe presentar una estrategia de información a las comunidades y autoridades de las áreas intervenidas de manera directa por el proyecto, acerca de la finalización del proyecto y las medidas de manejo ambiental a implementar durante el desarrollo del plan de desmantelamiento y abandono.

Dentro de la planificación del plan de cierre minero se debe incluir, como mínimo, lo siguiente:

- a) Las actividades específicas de cierre, desmantelamiento, recuperación, restauración y rehabilitación que serán implementadas durante todas las etapas de cierre y que deben cumplir estos objetivos, como mínimo.
- b) Aspectos relacionados con la geomorfología, el paisaje, estabilidad física, hidrología, hidrogeología y geoquímica.
- c) Aspectos sociales.
- d) Aspectos socio ecológicos en función de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.
- e) El nivel de actividades de cuidado y mantenimiento para la etapa post-cierre para cada componente que sea necesario para poder cumplir con los objetivos de cierre y de uso del suelo definidos.
- f) Una proyección económica de los costos totales y anuales que serán incurridos para ejecutar todas las actividades de cierre, desmantelamiento, recuperación, restauración y rehabilitación propuestas desde la fase de construcción y montaje, la explotación y durante el post-cierre del proyecto minero.
- g) Cronograma de actividades.

#### 10.1.4.2 Plan de Cierre Progresivo

El Plan de Cierre Minero debe diseñarse de forma que pueda ser ejecutado de manera progresiva durante toda la vida útil de la operación minera, al término de la cual se deben implementar las medidas de cierre, desmantelamiento, recuperación, restauración y rehabilitación para las áreas, labores e instalaciones restantes, que no hubieran podido cerrarse durante la fase operativa.

Las actividades de cierre progresivo constituyen el mecanismo más importante para minimizar la cantidad de esfuerzo necesario para la implementación de medidas de cierre final y optimizar los resultados del cierre.

Las medidas de Cierre Progresivo deben ser actualizadas en el Plan de Cierre, de conformidad con los avances de las actividades, las modificaciones al desarrollo del proyecto y todos aquellos aspectos que hubiesen cambiado en la operación con respecto a lo reportado en el Estudio de Impacto Ambiental - EIA y que sean relevantes para efectos de los diferentes planes de cierre.

- **Programa de cierre progresivo**

Debe incluir la descripción de las diferentes actividades relacionadas con el cierre del proyecto minero propuestas a implementar en forma progresiva durante la fase de operación del proyecto; estas actividades deben ser descritas con su correspondiente cronograma, estrategias, mecanismos y métodos de ajuste y actualización.

Las actividades de cierre progresivo hacen referencia, entre otras, a la recuperación y rehabilitación de los botaderos, frentes de trabajo, zonas intervenidas y tajos liberados de la operación minera; hacia la estabilización y rehabilitación física, biótica, socioeconómica de áreas intervenidas liberadas del uso minero; rehabilitación para usos posteriores del suelo y de sostenibilidad socioeconómica en el área afectada por las actividades del proyecto, posterior a la minería.

#### **10.1.4.3 Plan de Cierre Temporal**

El Plan de Cierre Temporal define lo relacionado con las medidas que, desde los medios abiótico, biótico y socioeconómico, deben implementarse para el mantenimiento, manejo, seguimiento y monitoreo que se realizará durante la suspensión temporal del proyecto. Este plan debe incorporarse al Plan de Cierre Minero e implementarse siempre que se produzca un cierre temporal del proyecto. Cuando un proyecto minero deba suspender sus operaciones por caso fortuito o fuerza mayor, o por circunstancias transitorias de orden técnico o económico no constitutivas de fuerza mayor o caso fortuito, corresponde al titular minero implementar el Plan de Cierre Temporal que debe estar incorporado a su Plan de Cierre Minero.

El Plan de Cierre Temporal define lo relacionado con las medidas desde los medios (biótico, abiótico y socioeconómico) que deben implementarse para el mantenimiento de las instalaciones, así como las medidas de manejo, seguimiento y monitoreo que en cada caso correspondan durante la suspensión temporal.

El titular minero debe informar a las Autoridades Minera y ambiental la suspensión de sus operaciones, indicando el tiempo estimado de la suspensión, y el respectivo Plan de Cierre Temporal que va a implementar para su pronunciamiento.

#### **10.1.4.4 Actualizaciones del Plan de Cierre**

Todo titular minero debe actualizar por lo menos cada cinco años el Plan de Cierre Minero, ajustándolo de acuerdo con los cambios en la actividad minera o a los desarrollos tecnológicos, técnicos, normativos, económicos, sociales o ambientales, según corresponda a cada proyecto minero. La autoridad ambiental podrá exigir actualizaciones con una periodicidad mayor o exigir actualizaciones extraordinarias, cuando las características del proyecto lo justifiquen.

#### **10.1.4.5 Plan Post – cierre**

Plan que se implementa con posterioridad al plan de cierre final y que comprende todas las actividades de mantenimiento, monitoreo, manejo de contingencias, verificación y documentación, con el objeto de comprobar la efectividad y eficiencia del plan de cierre ejecutado en cuanto a las aspiraciones de los grupos sociales de interés, la rehabilitación

de las tierras, la preservación de la biodiversidad y recuperación de servicios ecosistémicos, así como para la estabilidad física y química de los componentes del medio abiótico.

#### **10.1.4.6 Áreas Contiguas o Vecinas**

Cuando se trate de áreas contiguas o vecinas correspondientes a varios títulos mineros, las Autoridades Minera y Ambiental competentes, deben propender que los planes de cierre, desmantelamiento, recuperación, restauración y rehabilitación que ejecuten los respectivos titulares mineros correspondan a criterios regionales que conlleven a una misma destinación del uso del suelo de acuerdo al ordenamiento ambiental y territorial.

Los titulares mineros podrán coordinar sus respectivos planes de cierre, y los objetivos definidos a través de los mismos, con el fin de facilitar cierres mineros en óptimas condiciones técnicas y ambientales de acuerdo con la destinación del uso del suelo.

#### **10.1.4.7 Participación Ciudadana**

En la aprobación de los Planes de Cierre Minero, así como en sus actualizaciones, ajustes y complementaciones se tendrán en cuenta las instancias de participación ciudadana previstas en las normas ambientales. Será obligación de la autoridad minera asistir y tener en cuenta lo dicho en esta participación para la toma de decisiones.

En la estructuración del medio socioeconómico de los planes de cierre minero y en la medida que corresponda dentro de las respectivas actualizaciones, se deben involucrar a las comunidades del área de influencia y demás actores interesados.

#### **10.1.4.8 Consulta de las Normas Locales**

En la elaboración del Plan Cierre y de sus actualizaciones, ajustes y complementaciones, debe consultarse lo establecido en los Planes de Ordenamiento Territorial, esquemas de ordenamiento territorial o esquemas básicos de ordenamiento territorial del respectivo municipio, o distrito o corregimiento departamental, con el propósito de sujetarse a lo dispuesto en estos instrumentos para efectos de la determinación del uso final que se pretenda dar a las áreas y la destinación final de las construcciones, instalaciones, montajes y equipos asociados a la operación minera.

Cuando en desarrollo de la actividad minera haya sido necesaria la sustracción de un área protegida, el Plan de Cierre minero estará orientado a que el área sustraída recupere su vocación anterior.

#### 10.1.4.9 Actualización Final del Plan de Cierre

Corresponde a la última actualización del plan de cierre, el cual debe presentarse 3 (tres) años antes de terminadas las operaciones mineras. Esta actualización comprenderá las actividades que serán definitivamente ejecutadas para el cierre. Ésta es la actualización final del plan de cierre, de acuerdo con las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales previas al cese de las operaciones.

En este plan de cierre, el titular minero debe establecer las especificaciones detalladas de las actividades de cierre, realizar procesos de participación en relación al cierre de la mina y evaluar cualquier cambio en el plan de operaciones o en entorno del proyecto ocurrido durante la vida de la mina. Este plan debe contener como mínimo lo siguiente:

- La definición del uso definitivo de las áreas intervenidas y de los objetivos de cierre, desmantelamiento, recuperación, restauración y rehabilitación final consultados con los grupos de interés.
- La última actualización de las acciones mínimas que deben considerarse dentro del proceso de reducción de la amenaza y la vulnerabilidad y del manejo del riesgo.
- El resultado de las actividades de cierre previo ejecutado y lo pendiente.
- Las actividades finales de cierre que serán implementadas en lo correspondiente a los aspectos relacionados con hidrología, geomorfología, geotecnia, paisaje, forestal, estabilidad física y química; aspectos sociales, económicos.
- Los costos que serán incurridos para ejecutar las actividades de cierre, desmantelamiento, recuperación, restauración y rehabilitación propuestos y para la etapa post-cierre de la mina.
- Las obligaciones de manejo ambiental y del Plan de Cierre Minero derivadas de los actos administrativos identificando las cumplidas y las pendientes por cumplir, con la respectiva sustentación.
- Los aspectos relacionados con el cierre, desmantelamiento, recuperación, restauración y rehabilitación del área.
- Definición de las actividades de mantenimiento y seguimiento para la etapa post-cierre para cada componente, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de cierre y de uso del suelo definido.

Las autoridades ambiental y minera en un término máximo de tres (3) meses verificará el estado del proyecto y declarará iniciada dicha fase mediante acto administrativo, en el que dará por cumplidas las obligaciones ejecutadas y hará seguimiento al cumplimiento a las obligaciones derivadas del cierre final, pudiendo formular los requerimientos que en cada caso correspondan.

Cuando la fase de cierre final haya culminado satisfactoriamente, las Autoridades Minera y Ambiental competentes una vez verificado el cumplimiento del mismo y la no existencia

de impactos ambientales sin atender, expedirán el respectivo acto administrativo declarando el cumplimiento del Plan de Cierre Minero

- **Plan de cierre final**

El plan de cierre final debe incluir la descripción de los siguientes aspectos:

- Propuesta de desmantelamiento final de instalaciones y equipos.
- Diseños para la estabilización y rehabilitación física, biótica y socioeconómica, entre ellas las geomorfológicas finales para el uso del suelo a escala 1:5.000 o más detallado.
- Programa final de rehabilitación biótica y establecimiento sostenible de otros usos establecidos en las fases anteriores.
- Estimación de los componentes residuales que permanecerían en el sitio después del cierre de la mina.

#### **10.1.4.10 Actividades de post-cierre**

Se deben describir las actividades propuestas a implementar durante la fase post-cierre del proyecto minero para garantizar que se preserve o mejore la calidad ambiental de los recursos naturales en el área afectada por el desarrollo del proyecto, de uso del suelo y socioeconómicos. Estas actividades generalmente comprenden cuidado, mantenimiento y monitoreo de las actividades y obras no concluidas dentro del proceso de cierre final.

Se debe describir el seguimiento e instrumentación del post-cierre (incluyendo el tiempo estimado de implementación), el cual debe ser diseñado para cumplir los objetivos de calidad y cantidad de los bienes y servicios ambientales.

#### **10.1.5 OTROS PLANES Y PROGRAMAS**

##### **10.1.5.1 Plan de inversión del 1%**

En caso que aplique, por el uso del recurso hídrico tomado de fuente natural (superficial y/o subterráneo), se debe presentar una propuesta técnico-económica para la inversión del 1%, de conformidad con lo establecido en la Sección 1, Capítulo 3, Título 9, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.

Dicha propuesta debe tener como mínimo la siguiente información:

- Título.
- Objetivos del plan de inversión del 1%.

- Alcance de las acciones a desarrollar y su justificación de acuerdo con la caracterización de las áreas de influencia por componente.
- Metodología.
- Localización tentativa del área donde se planea realizar la inversión, dentro de la cuenca de la cual se hace uso del recurso, incluyendo el respectivo mapa a una escala 1:25.000 o más detallada, en donde se represente cada área de intervención.
- Propuesta de obras o actividades que se van a ejecutar a fin de determinar su viabilidad, de acuerdo con lo establecido en la Sección 1, Capítulo 3, Título 9, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.
- Monto de la inversión del 1% estimado en pesos, de acuerdo a los ítems establecidos en la Sección 1, Capítulo 3, Título 9, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 o la norma que lo modifique, sustituya o derogue, discriminando los costos para cada una de las actividades del proyecto que se contemplan en el cálculo de dicho monto.
- Cronograma de ejecución de las actividades a realizar.
- Presupuesto para el desarrollo de cada una de las actividades seleccionadas.

Si la cuenca hidrográfica de la cual se hace uso del recurso cuenta con Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA), se debe articular el proyecto de inversión en esta propuesta con los ya definidos en el POMCA.

De acuerdo a lo establecido en la Sección 1, Capítulo 3, Título 9, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, se debe anexar al Estudio la constancia de la radicación ante las autoridades ambientales con jurisdicción en el área del proyecto de la que trata el párrafo 1º del artículo 2.2.9.3.1.4 del decreto en mención.

#### **10.1.6 Plan de compensación por pérdida de biodiversidad**

Teniendo en cuenta lo establecido en el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad expedido mediante Resolución 1517 de agosto de 2012 o aquella que la modifique, sustituya o derogue, se debe presentar un Plan de compensación por pérdida de biodiversidad que contemple por lo menos los siguientes aspectos:

- Línea base ambiental del área impactada y evaluación de los impactos residuales significativos, identificando los ecosistemas (naturales o seminaturales) que serán objeto de afectación por las obras o actividades que están relacionadas con la construcción del proyecto.
- Cálculo del área a afectar para cada uno de los anteriores ecosistemas, identificando su rareza, representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), y remanencia y potencial de pérdida en el contexto nacional, según lo establecido en el listado nacional de factores de compensación.

- Presentación de tabla resumen donde se identifique: ecosistema a afectar, área de afectación, infraestructura que afecta el ecosistema, factor de compensación para ese ecosistema y el área total a compensar.
- Descripción de las áreas ecológicamente equivalentes para compensación.
- Propuesta de las acciones de compensación, los resultados esperados, el cronograma de implementación y el plan de inversiones (en áreas protegidas públicas, o en predios privados).
- Evaluación de los potenciales riesgos de implementación del plan de compensación y una propuesta para minimizarlos.
- Definición del mecanismo de implementación y administración.
- Plan de monitoreo y seguimiento.

## ANEXOS

Los anexos a continuación obedecen a requerimientos específicos y complementarios para la elaboración de los estudios de impacto ambiental de las explotaciones aluviales de oro “tipo placer” y materiales de construcción (materiales de arrastre).

Estos se hacen indispensables ya que este tipo de explotaciones trae inmerso la modificación de la dinámica fluvial de las corrientes, donde se alteran inevitablemente sus parámetros hidráulicos y en intervenciones no controladas se generan efectos adversos en la dinámica fluvial de las corrientes debido al desbalance causado en el transporte de sedimentos en el sitio de extracción, donde se origina una erosión general del cauce que puede alcanzar grandes distancias aguas arriba y aguas abajo de la corriente, generando a su vez la inestabilidad de las orillas, cambios en la morfología del cauce, erosión regresiva en los afluentes, descenso en el nivel freático, afectación de la flora y fauna acuáticas y riparias, además de poner en riesgo las poblaciones y diferentes estructuras localizadas a lo largo del cauce y sus tributarios.

## ANEXO 1 COMPLEMENTO PARA EXPLOTACIÓN ALUVIAL DE ORO Y METALES PRECIOSOS (DEPÓSITOS TIPO “PLACER”)

Lo siguiente es un complemento específico para la elaboración de los EIA de explotaciones aluviales de oro y metales preciosos en depósitos de placer, lo cual formará parte integral del EIA de este tipo de explotaciones

Se debe considerar que la explotación con uso de mercurio está prohibida a partir de julio de 2018, de acuerdo a la Ley 1658 de 2013.

### LOCALIZACIÓN

- Localización del proyecto con su infraestructura dentro del POMCA, PORH, POT, PBOT o EOT. Presentar en mapa a escala 1:2000
- Localización de infraestructura diferente a la del proyecto adyacente, 2 km aguas arriba y 5 km aguas abajo, dentro del cauce y su ronda hídrica. Presentar en mapa a escala 1:5.000

### DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

- Determinación de la Dinámica fluvial, establecimiento de la envolvente de divagación, mediante análisis multitemporal utilizando imágenes e información de por lo menos 5 épocas diferentes, utilizando un rango de tiempo no inferior a 50 años; la información debe presentarse en un mapa a escala 1:5000.
- Descripción de la infraestructura existente y proyectada en la zona de explotación y sedimentación del río
- Descripción de la geometría del río (topobatimetría) y de zonas a intervenir por la explotación
- Descripción de los sectores potencialmente explotables
- Estimación del tenor de oro en el yacimiento
- Determinación de la sedimentación anual por la explotación de oro
- Planeación del monitoreo y evaluación de los cambios en la morfología del cauce mediante el levantamiento topográfico y batimétrico.
- La determinación del método de explotación y su profundidad considerando el modelo geológico y el análisis geomorfológico de la zona de explotación contemplando la hidrogeología, batimetría y recarga de sedimentos
- Determinar las restricciones o condiciones establecidas en el POMCA, PORH y los planes de ordenamiento territorial
- Realizar el análisis de eventos de crecientes máximas y mínimas para los periodos de retorno de 5, 10, 20, 50 y 100 años. Presentar las manchas de inundación en planos a escala 1:5.000.

## EVALUACIÓN AMBIENTAL

Determinar entre otros los siguientes impactos:

- Cambios en la calidad del recurso hídrico, aguas abajo de la explotación.
- Cambios en la dinámica fluvial (por la explotación y sedimentación aguas abajo)
- Erosión del cauce que puede alcanzar grandes distancias aguas arriba y aguas abajo de la corriente,
- Erosión regresiva (remontante) en afluentes
- Inestabilidad de las orillas
- Cambios en la morfología del cauce
- Cambios en el nivel freático
- Afectación de la flora y fauna acuáticas y riparias
- Riesgo a infraestructura a lo largo del cauce<sup>36</sup> y sus tributarios, aguas abajo y aguas arriba de la explotación
- Variación de los niveles del fondo del cauce.
- Afectación de la explotación de la fuente sobre la infraestructura aledaña, aguas arriba y aguas abajo
- Afectación del cuerpo de agua y suelos por combustibles y grasas de la maquinaria

## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

- Elaborar las fichas de manejo ambiental para los impactos identificados, de acuerdo a la magnitud del impacto, su localización, ecosistemas vulnerables, usos de agua y momentos de la explotación y de la presencia del impacto
- Dentro del seguimiento y monitoreo se planteará la instrumentación para monitorear el comportamiento de recarga, cambios hidráulicos y posibles afectaciones por la explotación y dinámica hidráulica de la zona intervenida.
- Monitoreo de la sedimentación aguas abajo.
- Monitoreo de la calidad del recurso hídrico.

---

<sup>36</sup> El Artículo 11 del Decreto 1541 de 1978 (Sección 3 **Dominio de los Cauces y Riberas**, Artículo 2.2.3.2.3.1 **Cauce Natural**, Decreto 1076 de 2015) , aclara que se entiende por **Cauce Natural** la faja de terreno natural que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus **niveles máximos** por efectos de las crecientes ordinarias y en el Artículo 83, literal D del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente Decreto 2811 de 1974, establece que **una la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 metros de ancho** es un bien inembargable e imprescriptible del Estado.

## ANEXO 2 COMPLEMENTO PARA LA EXPLOTACIÓN DE MATERIAL DE ARRASTRE

Lo siguiente es un complemento específico para la elaboración de los EIA de explotaciones aluviales de materiales de construcción, lo cual formará parte integral del EIA de este tipo de explotaciones.

### LOCALIZACIÓN

- Localización del proyecto con su infraestructura dentro del POMCA, PORH, POT, PBOT o EOT. Presentar en mapa a escala 1:2000
- Localización de infraestructura diferente a la del proyecto adyacente, 2 km aguas arriba y 5 km aguas abajo, dentro del cauce y su ronda hídrica. Presentar en mapa a escala 1:5.000

### DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

- Determinación de la Dinámica fluvial, establecimiento de la envolvente de divagación, mediante análisis multitemporal utilizando imágenes e información de por lo menos 5 épocas diferentes, utilizando un rango de tiempo no inferior a 50 años.
- Descripción de la infraestructura existente en las zonas de explotación y sedimentación del río
- Descripción de la geometría del río (topobatimetría) y de zonas a intervenir por la explotación
- Descripción de zonas para depósito de material sobrante
- Descripción de los sectores potencialmente explotables y determinar los tramos del cauce con tendencia a presentar procesos de agradación y degradación.
- Estimación de los volúmenes o cargas de fondo anuales.
- Elaboración de la curva de duración o de frecuencias acumuladas de los volúmenes o cargas anuales de sedimentos.
- Análisis de las condiciones climáticas esperadas para el año en el cual se realizará la explotación
- Determinación de la carga de sedimentos media esperada en el río a partir de la curva de duración de la carga anual de sedimentos de acuerdo con las condiciones climáticas e hidrológicas esperadas para el año de explotación.
- Presentar el cálculo de volúmenes explotables anualmente y por mes basados en el análisis de recarga de sedimentos, la hidrología y morfometría del río.
- Planeación del monitoreo y evaluación de los cambios en la morfología del cauce mediante el levantamiento topográfico y batimétrico.
- Planeación del muestreo periódico de la carga de fondo en el río y análisis de la relación funcional entre la carga de sedimentos y los parámetros hidráulicos y del sedimento.
- Planeación del monitoreo de los volúmenes de materiales a extraer semestral y anualmente, junto con el análisis de los cambios morfológicos que se prevén se presentarán.

- La determinación del método de explotación y su profundidad considerando el modelo geológico y el análisis geomorfológico de la zona de explotación contemplando la hidrogeología, batimetría y recarga de sedimentos
- Estimar la recarga anualmente de sedimentos de fondo que transportará el río en la zona de explotación, para períodos de 5 años
- Determinar las restricciones o condiciones establecidas en el POMCA, el PORH y los planes de ordenamiento territorial
- Realizar el análisis de eventos de crecientes máximas y mínimas para los periodos de retorno de 5, 10, 20, 50 y 100 años. Presentar las manchas de inundación en planos a escala 1:5.000.

## **EVALUACIÓN AMBIENTAL**

Determinar entre otros los siguientes impactos:

- Cambios en la calidad del recurso hídrico
- Cambios en la dinámica fluvial (por la explotación y sedimentación aguas abajo)
- Erosión del cauce que puede alcanzar grandes distancias aguas arriba y aguas debajo de la corriente,
- Erosión regresiva en afluentes
- Inestabilidad de las orillas
- Cambios en la morfología del cauce
- Cambios en el nivel freático
- Afectación de la flora y fauna acuáticas y riparias
- Riesgo a infraestructura a lo largo del cauce y sus tributarios, aguas abajo y aguas arriba de la explotación
- Variación de los niveles del fondo del cauce.
- Afectación de la explotación de la fuente sobre la infraestructura aledaña, aguas arriba y aguas abajo
- Afectación del cuerpo de agua y suelos por combustibles y grasas de la maquinaria

## **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

- Elaborar las fichas de manejo ambiental para los impactos identificados, de acuerdo a la magnitud del impacto, su localización, ecosistemas vulnerables, usos de agua y momentos de la explotación y de la presencia del impacto
- Dentro del seguimiento y monitoreo se debe plantear la instrumentación para monitorear el comportamiento de recarga, cambios hidráulicos y posibles afectaciones por la explotación y dinámica hidráulica de la zona intervenida
- Monitoreo de la sedimentación aguas abajo

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Tomado de la Resolución 40599 de 2015, Por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

[2] *Ibídem.*

[3] *Ibídem.*

[4] *Ibídem.*

[5] *Ibídem.*

[6] *Ibídem.*

[7] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Decreto 2820. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.

[8] Tomado de la Resolución 40599 de 2015, Por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

[9] Tomado de la Ley 1523 del 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

[10] Tomado de la Resolución 40599 de 2015, Por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

[11] *Ibídem.*

[12] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Ley 165 (Convenio de Diversidad Biológica). Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, 1994.

[13] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). *s.f.*

[14] Tomado de la Resolución 40599 de 2015, Por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

[15] *Ibídem.*

[16] COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA – DANE-. Conceptos Básicos. Disponible en <[http://www.dane.gov.co/files/inf\\_geo/4Ge\\_ConceptosBasicos.pdf](http://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf)>. Consultado 20 de agosto de 2013.

[17] Tomado de la Resolución 40599 de 2015, Por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

[18] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesoro Ambiental para Colombia. [Tesoro]. s./l. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s.f. Disponible en <<http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>>.

[19] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS. Decreto 1640. (“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”). Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[20] *Ibídem.*

[21] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesoro Ambiental para Colombia. [Tesoro]. s./l. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s.f. Disponible en <<http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>>

[22] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesoro Ambiental para Colombia. [Tesoro]. s./l. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s.f. Disponible en <<http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>>

[23] Tomado de la Resolución 40599 de 2015, Por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

[24] Tomado de la Ley 1523 del 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

[25] Tomado de la Resolución 40599 de 2015, Por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

[26] *Ibídem.*

[27] *Ibídem.*

[28] *Ibíd.*

[29] Adaptado de:

- De Groot, R.S., 1992. *Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*. Wolters Noordhoff, Groningen.
- Daily, G.C., 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington.
- Morris, P. & Therivel, R. 2009. *Methods of Environmental Impact Assessment*, Tercera Edición. Routledge. Londres.

[30] Adaptado de: Bernard J. Nebel, Richard T. Wrigh. 1999. *Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible*. (Ed) Pearson Educación Sexta Edición. 698 Páginas ISBN 970-17-0233-6.

[31] Tomado de la Resolución 40599 de 2015, Por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

[32] Adaptado de: GRUPO BANCO MUNDIAL. *Cumulative Impact Assessment and Management: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets*. s.l. Corporación Financiera Internacional- IFC. 2013.

[33] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Decreto 2820. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.

[34] Adaptado de: Gómez Orea, D., 2002. *Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental* (2nd ed.). Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa.

- Conesa, V., 2010. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4th ed., p. 90). Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Raiter, K. G., Possingham, H. P., Prober, S. M., y Hobbs, R. J., 2014. Under the radar: mitigating enigmatic ecological impacts. *Trends in Ecology and Evolution*, 29(11), 635–644. doi:10.1016/j.tree.2014.09.003 Ray, Debraj (2002). *Economía del Desarrollo*. Edición en castellano: Antoni Bosch. Editor S.A., Barcelona.

[35] COLOMBIA. SERVICIO GEOLÓGICO MINERO. Glosario Geológico-Minero [Glosario]. s.l. Servicio Geológico Minero s.f. Disponible en <http://www.ingeminas.gov.co/resultados.aspx?searchmode=AnyWord&searchtext=glosario>.

<sup>36</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MINAMBIENTE. Decreto 1076. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

<sup>37</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MINAMBIENTE. Decreto 1076. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

<sup>38</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MINAMBIENTE. Decreto 1076. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

<sup>39</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MINAMBIENTE. Decreto 1076. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

[40] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesoro Ambiental para Colombia. [Tesoro]. s.l. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s.f. Disponible en <<http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>>

[41] Tomado de la Resolución 40599 de 2015, Por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

[42] Tomado de la Ley 1523 del 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

[43] Adaptado de: VILLOTA, Hugo. El Sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Centro de Investigación en Percepción Remota CIAF, 1995.

[44] COLOMBIA. SERVICIO GEOLÓGICO MINERO. Glosario Geológico-Minero [Glosario]. s.l. Servicio Geológico Minero s.f. Disponible en <<http://www.ingeminas.gov.co/resultados.aspx?searchmode=AnyWord&searchtext=glosario>>.

[45] Tomado de la Ley 1523 del 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

[46] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS. Decreto 1076 (“Por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio Términos de Referencia – EIA – Proyectos de explotación minera

---

para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales"). Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

[47] Tomado de la Ley 1523 del 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

[48] Adaptado de: Análisis de Riesgo en Instalaciones Industriales. Casal Joaquim. AlfaOmega Grupo Editor. 2001.

[49] Adaptado de: NACIONES UNIDAS. Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales. s.l. ONU. s.f.

[50] Tomado de SANDIA, L. A. y HENAO, A. Sensibilidad Ambiental y Sistemas de Información Geográfica. Proyecto Sistemas Ambientales Venezolanos: VEN/79/001. Metodologías para la elaboración de los mapas de vegetación, uso potencial, agrícola. Caracas. MARNR. Dirección general sectorial de planificación y ordenamiento del ambiente. 1983.

[51] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[52] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[53] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[54] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[55] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[56] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS. Política Nacional para la Gestión Integral Ambiental del Suelo (GIAS). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2013.

[57] Tomado de la Resolución 40599 de 2015, Por medio de la cual se adopta el Glosario Técnico Minero. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.

[58] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Términos de Referencia Estudio de Impacto Ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos HI-TER-1-02. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales, 2010.

[59] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Términos de Referencia Estudio de Impacto Ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos HI-TER-1-02. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales, 2010.

[60] COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES, hoy AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA – Resolución 545 de 2008 “Por la cual se definen los instrumentos de gestión social aplicables a proyectos de infraestructura desarrollados por el Instituto Nacional de Concesiones y se establecen criterios.

[61] COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES, hoy AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA – Resolución 545 de 2008 “Por la cual se definen los instrumentos de gestión social aplicables a proyectos de infraestructura desarrollados por el Instituto Nacional de Concesiones y se establecen criterios.

[62] COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES, hoy AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA – Resolución 545 de 2008 “Por la cual se definen los instrumentos de gestión social aplicables a proyectos de infraestructura desarrollados por el Instituto Nacional de Concesiones y se establecen criterios.

[63] Tomado de la Ley 1523 del 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.