**MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES**

**TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA DE PROYECTOS DE USO (EXPLOTACIÓN) DE FUENTES DE ENERGÍA GEOTÉRMICA.**

**TdR-020**

**BOGOTÁ D.C.**

**2018**

**TABLA DE CONTENIDO**

[GLOSARIO 11](#_Toc494967572)

[RESUMEN EJECUTIVO 19](#_Toc494967573)

[1. OBJETIVOS 19](#_Toc494967574)

[2. GENERALIDADES 20](#_Toc494967575)

[2.1 ANTECEDENTES 20](#_Toc494967576)

[2.2 ALCANCES 20](#_Toc494967577)

[2.3 METODOLOGÍA 21](#_Toc494967578)

[3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 23](#_Toc494967579)

[3.1 LOCALIZACIÓN 23](#_Toc494967580)

[3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 23](#_Toc494967581)

[3.2.1 Infraestructura existente 24](#_Toc494967582)

[3.2.2 Etapas y actividades del proyecto 25](#_Toc494967583)

[3.2.3 Diseño del proyecto 25](#_Toc494967584)

[3.2.4 Características técnicas 26](#_Toc494967585)

[3.2.4.1 Vías de acceso al área y plataformas de perforación 26](#_Toc494967586)

[3.2.4.2 Plataforma(s) de perforación 27](#_Toc494967587)

[3.2.4.3 Perforación de pozos de producción 28](#_Toc494967588)

[3.2.4.4 Perforación de pozos de reinyección 28](#_Toc494967589)

[3.2.4.5 Trabajos en pozo 28](#_Toc494967590)

[3.2.4.6 Construcción y operación de la central de generación 28](#_Toc494967591)

[3.2.4.7 Transporte de fluidos geotérmicos 30](#_Toc494967592)

[3.2.4.8 Manejo de fluidos geotérmicos 30](#_Toc494967593)

[3.2.4.9 Infraestructura asociada al proyecto 30](#_Toc494967594)

[3.2.5 Infraestructura y servicios a ser interceptados por el proyecto 31](#_Toc494967595)

[3.2.6 Insumos del proyecto 32](#_Toc494967596)

[3.2.7 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición 32](#_Toc494967597)

[3.2.8 Residuos peligrosos y no peligrosos 33](#_Toc494967598)

[3.2.9 Costos del proyecto 34](#_Toc494967599)

[3.2.10 Cronograma del proyecto 34](#_Toc494967600)

[3.2.11 Organización del proyecto 34](#_Toc494967601)

[4. ÁREAS DE INFLUENCIA 35](#_Toc494967602)

[4.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS 35](#_Toc494967603)

[4.2 DEFINICIÓN, IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 35](#_Toc494967604)

[5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 40](#_Toc494967605)

[5.1 MEDIO ABIÓTICO 41](#_Toc494967606)

[5.1.1 Geología 41](#_Toc494967607)

[5.1.2 Geomorfología 42](#_Toc494967608)

[5.1.3 Suelos y uso del suelo 43](#_Toc494967609)

[5.1.4 Hidrología 43](#_Toc494967610)

[5.1.4.1 Calidad del agua 44](#_Toc494967611)

[5.1.4.2 Usos del agua 51](#_Toc494967612)

[5.1.5 Hidrogeología 52](#_Toc494967613)

[5.1.6 Geotecnia 54](#_Toc494967614)

[5.1.7 Atmósfera 55](#_Toc494967615)

[5.1.7.1 Meteorología 55](#_Toc494967616)

[5.1.7.2 Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas 56](#_Toc494967617)

[5.1.7.3 Monitoreo de Calidad del aire 57](#_Toc494967618)

[5.1.7.4 Ruido y vibración 58](#_Toc494967619)

[5.2 MEDIO BIÓTICO 61](#_Toc494967620)

[5.2.1 Ecosistemas 61](#_Toc494967621)

[5.2.1.1 Ecosistemas terrestres 62](#_Toc494967622)

[5.2.1.2 Ecosistemas acuáticos 65](#_Toc494967623)

[5.2.2 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas 66](#_Toc494967624)

[5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 67](#_Toc494967625)

[5.3.1 Participación y socialización con las comunidades 69](#_Toc494967626)

[5.3.2 Componente demográfico 71](#_Toc494967627)

[5.3.3 Componente espacial 72](#_Toc494967628)

[5.3.4 Componente económico 74](#_Toc494967629)

[5.3.5 Componente cultural 75](#_Toc494967630)

[5.3.5.1 Comunidades no étnicas 75](#_Toc494967631)

[5.3.5.2 Comunidades étnicas 76](#_Toc494967632)

[5.3.6 Componente arqueológico 78](#_Toc494967633)

[5.3.7 Componente político-organizativo 79](#_Toc494967634)

[5.3.7.1 Aspectos político - administrativos 79](#_Toc494967635)

[5.3.7.2 Presencia institucional y organización comunitaria 79](#_Toc494967636)

[5.3.8 Tendencias del desarrollo 80](#_Toc494967637)

[5.3.9 Información sobre población a reasentar 81](#_Toc494967638)

[5.4 PAISAJE 83](#_Toc494967639)

[5.5 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 84](#_Toc494967640)

[6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL 87](#_Toc494967641)

[7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES 89](#_Toc494967642)

[7.1 AGUAS SUPERFICIALES 90](#_Toc494967643)

[7.1.1 Captación de aguas superficiales continentales 90](#_Toc494967644)

[7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS 91](#_Toc494967645)

[7.2.1 Para la exploración de las aguas subterráneas 91](#_Toc494967646)

[7.2.2 Para la concesión de las aguas subterráneas 92](#_Toc494967647)

[7.3 VERTIMIENTOS 93](#_Toc494967648)

[7.3.1 Para vertimientos en cuerpos de agua continentales 94](#_Toc494967649)

[7.3.2 Para vertimientos en suelos 98](#_Toc494967650)

[7.3.3 Gestión de fluidos geotérmicos a través de reinyección 98](#_Toc494967651)

[7.4 REÚSO DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS 99](#_Toc494967652)

[7.5 OCUPACIONES DE CAUCES 100](#_Toc494967653)

[7.6 APROVECHAMIENTO FORESTAL 102](#_Toc494967654)

[7.7 PERMISO DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD 104](#_Toc494967655)

[7.8 EMISIONES ATMOSFÉRICAS 105](#_Toc494967656)

[7.8.1 Estimación de la emisión atmosférica de fuentes del proyecto 105](#_Toc494967657)

[7.8.2 Modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos 107](#_Toc494967658)

[7.8.3 Emisión de contaminantes del aire – Fuentes de emisión de contaminantes No Convencionales 111](#_Toc494967659)

[7.8.4 Fuentes de generación de ruido 112](#_Toc494967660)

[7.8.4.1 Inventario de fuentes potenciales y receptoras 112](#_Toc494967661)

[7.8.4.2 Modelo de ruido 112](#_Toc494967662)

[7.8.4.3 Metodología 112](#_Toc494967663)

[7.8.4.4 Meteorología 112](#_Toc494967664)

[7.8.4.5 Topografía (Modelo digital de elevación de terreno) 113](#_Toc494967665)

[7.8.4.6 Resultados 113](#_Toc494967666)

[7.9 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN 113](#_Toc494967667)

[8. EVALUACIÓN AMBIENTAL 114](#_Toc494967668)

[8.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO 115](#_Toc494967669)

[8.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO 116](#_Toc494967670)

[8.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL 116](#_Toc494967671)

[9. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO 124](#_Toc494967672)

[10. PLANES Y PROGRAMAS 125](#_Toc494967673)

[10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 125](#_Toc494967674)

[10.1.1 Programas de Manejo Ambiental 125](#_Toc494967675)

[10.1.2 Plan de Seguimiento y Monitoreo 127](#_Toc494967676)

[10.1.2.1 Seguimiento y monitoreo a los planes y programas 127](#_Toc494967677)

[10.1.2.2 Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio 128](#_Toc494967678)

[10.1.3 Plan de desmantelamiento y abandono 129](#_Toc494967679)

[10.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS 130](#_Toc494967680)

[10.2.1 Plan de inversión del 1% 130](#_Toc494967681)

[10.2.2 Plan de compensación por pérdida de biodiversidad 130](#_Toc494967682)

[10.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO 134](#_Toc494967683)

[10.3.1 Conocimiento del riesgo 134](#_Toc494967684)

[10.3.2 Reducción del Riesgo 138](#_Toc494967685)

[10.3.3 Manejo del desastre 138](#_Toc494967686)

[ANEXOS QUE DEBEN SER PRESENTADOS EN EL ESTUDIO 141](#_Toc494967687)

[BIBLIOGRAFÍA 142](#_Toc494967688)

**LISTA DE ACRÓNIMOS**

**ANLA:** Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

**AICAS**: Áreas Importantes para la Conservación de las Aves.

**CITES:** Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

**CR**: Peligro Crítico

**DAP**: Diámetro a la Altura del Pecho

**DMI**: Distrito de Manejo Integrado

**EIA:** Estudio de Impacto Ambiental

**EN:** En Peligro

**EOT:** Esquema de Ordenamiento Territorial

**FUNIAS**: Formulario Único Nacional de Inventario de Puntos de Aguas Subterráneas

**GDB:** Modelo de Almacenamiento Geográfico de Datos

**IAvH:** Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia

**ICANH:** Instituto Colombiano de Antropología e Historia

**IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

**IGAC:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi

**IIAP:** Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico

**INVEMAR:** Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andréis”

**IUCN**: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

**LC**: Preocupación menor

**MINAMBIENTE:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**NBI:** Necesidades Básicas Insatisfechas

**NE**: No evaluado

**NT**: Casi amenazado

**NORM:** Material Radioactivo de Origen Natural

**PBOT**: Plan Básico de Ordenamiento Territorial

**PET:** Población en Edad de Trabajar

**PGIRS:** Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

**PMA:** Plan de Manejo Ambiental

**PNN**:Parques Nacionales Naturales

**POMCA:** Plan de ordenación y manejo de cuencas

**POT:** Plan de Ordenamiento Territorial

**SIG:** Sistema de Información Geográfica

**SINAP:** Sistema Nacional de Áreas Protegidas

**SINCHI:** Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI

**TPD:** Tráfico Promedio Diario

**UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

**VITAL:** Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea de la ANLA

**VU**: Vulnerable

**ZIDRE:** Zonas de Interés de Desarrollo Rural Económico y Social

**ZODME:** Zona de Manejo de Escombros y Material de Excavación

**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 EIA) para los proyectos del sector eléctrico que hagan uso de fuentes de energía geotérmica con capacidad instalada igual o superior a 100 MW, los cuales requieren de licencia ambiental de acuerdo con lo estipulado en el numeral 4 del artículo 2.2.2.3.2.2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue. Estos términos son de carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar.

El EIA debe ser desarrollado en el marco del principio de desarrollo sostenible, y partiendo de la aplicación de buenas prácticas ambientales.

El EIA debe ser elaborado con información de alto nivel científico y técnico, acorde con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales[[1]](#footnote-2), acogida mediante Resolución 1503 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (en adelante MINAMBIENTE), o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, y según lo establecido en los presentes términos de referencia.

Adicionalmente:

* La información cartográfica debe estar acorde con lo establecido en la Resolución 2182 de 2016 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 deberá acogerlos e implementarlos de acuerdo al régimen de transición establecido en cada uno de ellos.

GLOSARIO

Para la aplicación de los presentes términos de referencia se tendrá en cuenta el siguiente glosario[[2]](#footnote-3):

* **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 terminación de todas las acciones, actividades e infraestructura relacionada y asociada con las etapas de desarrollo. [[[3]](#endnote-2)]
* **Áreas de Alta Consecuencia**: son zonas en las que un derrame de un combustible o químico puede ocasionar consecuencias adversas a personas, al ambiente y a la infraestructura. [[[4]](#endnote-3)]
* **Área de influencia:** área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos 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 podrá́ corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí**.** [[5]](#endnote-4)
* **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. [[[6]](#endnote-5)] 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). [[[7]](#endnote-6)]
* **Capa Sello:** Estrato impermeable, generalmente compuesto por arcillas (esmectita o montmorillonita) producto de la alteración de las rocas por alta temperatura, que cubre el reservorio, lo contiene y evita la pérdida de agua y vapor. [[[8]](#endnote-7)]
* **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. [[[9]](#endnote-8)]
* **Componentes:** Aspectos ambientales que constituyen un medio (abiótico, biótico o socioeconómico) como, por ejemplo, componente atmosférico, hidrológico, faunístico, demográfico, entre otros.
* **Comunidad**:desde el punto de vista biótico, es un conjunto de diversas poblaciones que habitan un ambiente común y que se encuentran en interacción recíproca. Esa interacción regula el número de individuos de cada población y el número y el tipo de especies existentes en la comunidad y determinan los procesos de selección natural. [[[10]](#endnote-9)]
* **Conflicto ambiental:** Controversias de intereses o valores que se pueden presentar entre dos (2) o más personas (naturales o jurídicas) que pretendan hacer un uso diferente e incompatible de un mismo recurso natural. [[[11]](#endnote-10)]
* **Conservación:** desde el punto de vista biótico, utilización humana de la biosfera para que rinda el máximo beneficio sostenible, a la vez que mantiene el potencial necesario para las aspiraciones de futuras generaciones. [[[12]](#endnote-11)]
* **Conocimiento del riesgo:** proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre. [[[13]](#endnote-12)]
* **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. [[[14]](#endnote-13)]
* **Desarrollo sostenible:** 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. [[[15]](#endnote-14)]
* **Desastre:** resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antrópicos, que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, las líneas vitales, los medios de sustento, otros elementos del ambiente y la prestación de servicios ecosistémicos, causa pérdidas humanas, daños materiales, económicos o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad. [[[16]](#endnote-15)]
* **Ecosistema**: Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. [[[17]](#endnote-16)]
* **Especie**: desde el punto de vista biótico, grupo de organismos que pueden reproducirse libremente entre sí, pero no con miembros de otras especies. [[[18]](#endnote-17)]
* **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. [[[19]](#endnote-18)]
* **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. [[[20]](#endnote-19)]
* **Fluido geotérmico**: Se denomina así al agua, en su fase líquida, de vapor o en combinación, que se encuentra en el reservorio o yacimiento geotérmico y que puede aflorar a la superficie de manera natural mediante manantiales de aguas termales o pozos geotérmicos. Estos fluidos por lo general contienen sustancias químicas disueltas como cloruros (Cl), dióxido de carbono (CO2), sulfatos (SO4), entre otras sustancias asociadas. [[[21]](#endnote-20)]
* **Fuente de calor**: puede ser; una roca caliente que ha incrementado su temperatura por contacto con un cuerpo volcánico intrusivo; una cámara magmática o gases calientes de origen magmático. Generalmente la fuente de calor presenta temperaturas mayores a los 600 °C. Estas fuentes se pueden encontrar a diferentes profundidades, mayores a dos kilómetros.[[22]](#endnote-21)
* **Funcionalidad del ecosistema**: procesos y componentes biológicos, físicos y geoquímicos que ocurren dentro de un ecosistema y que permiten el mantenimiento de la biodiversidad asociada, tales como el flujo genético o el ciclo de nutrientes. Aunque no necesariamente suponen un beneficio directo para la sociedad, se relacionan con la provisión de servicios ecosistémicos. [[[23]](#endnote-22)]
* **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. [[[24]](#endnote-23)]
* **Impactos acumulativos**: Efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Su temporalidad se ve reflejada en acciones pasadas, presentes y futuras. Los impactos acumulativos se limitan a aquellos impactos que suelen considerarse importantes conforme a criterios científicos. [[[25]](#endnote-24)]
* **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. [[[26]](#endnote-25)]
* **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**: Impactos de distintos orígenes que interactúan y cuya incidencia final es mayor a la suma de los impactos parciales. Los impactos pueden tener origen en un único proyecto o estar distribuidos en varios proyectos situados en una región próxima. [[[27]](#endnote-26)]
* **Reinyección:** actividad mediante la cual se emplea el recurso hídrico, debidamente autorizado en el marco de la licencia ambiental y de los fluidos que salen de la planta de generación geotérmica, el cual es introducido al subsuelo para desarrollar actividades de uso de energía geotérmica.
* **Manejo del desastre**: proceso de la gestión del riesgo compuesto por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación pos-desastre, la ejecución de dicha respuesta y la ejecución de la respectiva recuperación (rehabilitación y recuperación). [[[28]](#endnote-27)]
* **Material Radiactivo de Origen Natural (NORM):** Material radiactivo que no tiene concentraciones de radionucleidos más altas de las naturales.
* **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. [[[29]](#endnote-28)]
* **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. [[[30]](#endnote-29)]
* **Material Radiactivo de Origen Natural Tecnológicamente Aumentado – MRONTA**:es aquel material radiactivo que reside en la naturaleza, sobre el que cualquier actividad antrópica haya incrementado su potencial de exposición humana y/o ambiental a la radiación ionizante, en comparación con la situación inalterada. El MRONTA se moviliza, y puede aparecer principalmente en el fluido recuperado.
* **Paisaje fisiográfico**: Porción del espacio geográfico homogénea en términos del relieve, y de éste 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). [[[31]](#endnote-30)]
* **Población:** desde el punto de vista biótico, corresponde a cualquier grupo de individuos de una especie que ocupe un área dada al mismo tiempo; en términos genéticos, un grupo de organismos que se cruzan entre sí y producen descendencia fértil. [[[32]](#endnote-31)]
* **Pozos de exploración geotérmica:** Son pozos perforados para comprobar la existencia del recurso geotérmico, definir las características y extensión del reservorio geotérmico, y obtener información para ajustar el modelo geotérmico.[[33]](#endnote-32)
* **Pozos de gradiente térmico**: Pozos utilizados para medir los cambios de temperatura en profundidad, hasta la estabilización de la temperatura. [[[34]](#endnote-33)]
* **Pozos de producción:** Corresponden a los pozos requeridos para la producción del fluido geotérmico. [[35]](#endnote-34)
* **Pozos de reinyección.** Pozos mediante los cuales los fluidos geotérmicos usados para la generación de energía son dispuestos al sistema de roca caliente o a un reservorio geotérmico, una vez que los fluidos se han utilizado y hayan perdido calor y presión, lo que permite asegurar la recarga del reservorio.[[36]](#endnote-35)
* **Prevención del 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. [[[37]](#endnote-36)]
* **Recurso geotérmico**: Combinación natural del agua con una fuente calórica endógena subterránea cuyo resultado es la producción espontánea de aguas calientes o de vapores, y la existencia de fuentes calóricas endógenas subterráneas a las cuales es posible inyectar agua para producir su calentamiento, o para generar vapor y aquellos que afloren naturalmente o por obra humana con temperatura superior a 80 grados centígrados. Conjunto de recursos con los que se cuenta para la producción de energía eléctrica de origen térmico. [[[38]](#endnote-37)]
* **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.
* **Reducción del riesgo**: proceso de la gestión del riesgo 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. [[[39]](#endnote-38)]
* **Reservorio o yacimiento geotérmico**: Formación de rocas permeables, donde circule fluido geotérmico a profundidades económicamente explotables. [[[40]](#endnote-39)]
* **Riesgo**: probabilidad de que se presenten daños o pérdidas debido a eventos físicos peligrosos, de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano, en un lapso de tiempo específico, y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. [[[41]](#endnote-40)]
* **Riesgo ambiental**: riesgo al cual están expuestos los elementos del ambiente y la prestación de servicios ecosistémicos. [[[42]](#endnote-41)]
* **Riesgo individual**: riesgo expresado en términos de la frecuencia a la cual un individuo. está expuesto a cierto nivel de daño, dada la ocurrencia de un evento.  [[[43]](#endnote-42)]
* **Riesgo social:** riesgo al cual está expuesto un grupo de personas, generalmente se expresa en términos de la frecuencia con la que se presentan eventos accidentales y fatalidades. [[[44]](#endnote-43)]
* **Riesgo socioeconómico:** riesgo que tiene el potencial de afectar los bienes, medios de sustento, infraestructura y actividades productivas de un grupo humano**.** [[[45]](#endnote-44)]
* **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. [[[46]](#endnote-45)]
* **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 [[[47]](#endnote-46)].
* **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. [[[48]](#endnote-47)]
* **Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento:** bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas, como alimentos, fibras, madera, agua y recursos genéticos. [[[49]](#endnote-48)]
* **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. [[[50]](#endnote-49)]
* **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. [[[51]](#endnote-50)]
* **Sismicidad Inducida**: se refiere a eventos sísmicos que son provocados por actividades antrópicas. Se originan debido a que las tensiones humanas introducidas al subsuelo son similares en amplitud al estado de estrés presente, lo que permite a los esfuerzos cortantes naturales superar la fricción y causar una falla de deslizamiento. La magnitud de la sismicidad inducida por el hombre se limitaría a la que podría ocurrir de forma natural con la activación de la falla sin intervención humana [[52]](#endnote-51).
* **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. [[[53]](#endnote-52)]
* **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. [[[54]](#endnote-53)]
* **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, la cual presenta características relativamente homogéneas que la diferencian de las demás y puede o no coincidir con la división político-administrativa de los entes territoriales reconocidos legalmente.
* **Unidades sociales**: Hogares (múltiples o unipersonales), actividades económicas y/o instituciones que se encuentran en los predios requeridos. [[[55]](#endnote-54)]
* **Vulnerabilidad**: susceptibilidad o fragilidad que tiene una comunidad o un ecosistema de ser afectado o de sufrir efectos adversos, en caso de que un evento físico peligroso, de origen natural o antrópico, se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, daños y pérdida de bienes, infraestructura, líneas vitales y medios de sustento, así como la predisposición a sufrir daños en otros elementos del ambiente y a la prestación de servicios ecosistémicos. Se establece a partir de un análisis multidimensional de los determinantes de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y resiliencia). [[[56]](#endnote-55)]
* **Zonificación ambiental**: Proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo con factores asociados a la sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. [[[57]](#endnote-56)]

El Estudio de Impacto Ambiental debe contener:

# **RESUMEN EJECUTIVO**

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

* Síntesis del proyecto en donde se establezcan las características relevantes de las obras y acciones básicas de perforación, construcción y operación.
* Localización, extensión y características principales del área de influencia del proyecto.
* Zonificación ambiental.
* 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 de manejo ambiental.
* Breve reseña del Plan de Manejo Ambiental – PMA.
* Resumen del Plan de Inversión del 1%.
* Resumen de la propuesta 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 y abandono de las instalaciones temporales.

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 y los programas ambientales identificados para su manejo.

# **OBJETIVOS**

Se deben definir los objetivos generales y específicos del proyecto, teniendo en cuenta el alcance de la solicitud.

# **GENERALIDADES**

## **ANTECEDENTES**

Se deben presentar los aspectos relevantes del proyecto previos a la elaboración del EIA, incluyendo justificación, estudios e investigaciones previas, radicación de solicitudes y/o trámites anteriores ante autoridades competentes, identificación de áreas del SINAP y SIRAP, Áreas Protegidas Nacionales y Regionales, y privadas ecosistemas estratégicos y áreas ambientalmente sensibles, conceptos de compatibilidad en Distritos de Manejo Integrado y en zonificación de manglares; ubicación de otros proyectos en el área de influencia (proyectos de interés nacional y regional) y otros aspectos que se consideren pertinentes.

Asimismo, se debe incluir en los antecedentes, el acto administrativo que otorgó la licencia ambiental para el proyecto de exploración geotérmica que antecede al de uso (explotación geotérmica), y los que posterior a éste hayan surgido (si es del caso), incluyendo un resumen del plan de monitoreo y seguimiento.

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, Capitulo 9, Titulo 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 Decreto Único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible, 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 el área de influencia con énfasis en las condiciones y/o restricciones de manejo establecidos para los recursos naturales renovables en los instrumentos de planificación ambiental, con el propósito de evaluar posibles superposiciones, especialmente con proyectos de interés nacional y regional que se pretendan construir en la región.

Se deben relacionar zonas con régimen jurídico especial, tratados y acuerdos internacionales que tengan vigencia en el área de influencia, fronteras marinas, bases militares, rutas de transporte y/o aprovechamiento de recursos, áreas de uso y manejo de recursos biológicos, zonas de interés turístico y asentamientos de comunidades.

## **ALCANCES**

* **Alcance**: El alcance del estudio debe atender lo establecido en los presentes términos de referencia de acuerdo a la pertinencia de los mismos respecto al proyecto.
* **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.

## **METODOLOGÍA**

Se deben presentar las metodologías, completas y detalladas, utilizadas para la elaboración del EIA, incluyendo los procedimientos y mecanismos de recolección, procesamiento y análisis de la información, y grado de incertidumbre de cada uno de ellos, 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 estudio. En caso de utilizar información secundaria se deben relacionar los centros de investigación y laboratorios que constituyan fuentes de información, así como las fechas durante las cuales se llevaron a cabo los estudios para cada medio.

Se deben incluir las referencias bibliográficas que sustentan y describen en detalle las metodologías empleadas para complementar, explicar y justificar los estudios.

El solicitante debe elaborar y presentar el EIA, de acuerdo con los criterios incluidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales[[58]](#footnote-4) acogida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante la Resolución 1503 de agosto 04 de 2010, modificada para el componente geográfico mediante la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 del MINAMBIENTE, o aquellas normas que la modifiquen, sustituyan o deroguen.

Los archivos en formato Raster deben ser entregados a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, en formato digital, como soporte a la información geográfica y cartográfica exigida en el Modelo de Almacenamiento Geográfico de Datos (en adelante GDB), reglamentado por la Resolución 2182 de 2016 o por aquella norma que la modifique, sustituya o derogue. En caso de que aplique, los productos de sensores remotos deben ser entregados con licencia multiusuario, con la resolución espacial acorde a la escala del estudio y con la fecha de toma lo más reciente posible, con la cual se permita a la autoridad ambiental competente hacer uso de la información. Esta información debe ser en lo posible no mayor a tres (3) años.

Las magnitudes físicas que se registren en el EIA deben estar expresadas en las unidades previstas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1000 Metrología, empleando donde se estime necesario, los símbolos y prefijos asociados a ellas, tanto para las magnitudes del Sistema Internacional de Unidades (SI) como para otras que son aceptadas por el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM).

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.

# **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

## **LOCALIZACIÓN**

Se debe presentar de manera esquemática la localización geográfica y político-administrativa (departamental, municipal y corregimental), que permita dimensionar y ubicar el proyecto en el entorno geográfico. Asimismo, se debe localizar el proyecto 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, el área prevista a intervenir con el proyecto, así como con las obras e instalaciones de apoyo y los siguientes aspectos de información básica:

* Curvas de nivel.
* Hidrografía.
* Accidentes geográficos.
* Asentamientos humanos.
* Equipamientos colectivos.[[59]](#footnote-5)

## **CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO**

Se deben especificar las características técnicas del proyecto en la etapa de explotación, acompañándolas de los respectivos diseños de la infraestructura a construir y/o adecuar (con el nivel de detalle según se precise o se especifique), teniendo en cuenta dentro de la planeación, si es del caso, la infraestructura existente derivada del proyecto de exploración geotérmica que anteceda al proyecto de uso (explotación geotérmica) objeto del estudio. Se debe describir y especificar en forma detallada su estado actual y el uso futuro que se le dará a la misma, considerando cada una de las locaciones, facilidades, líneas de flujo existentes e infraestructura vial. Esto en general para el proyecto y al interior de cada una de la (s) plataforma(s).

Igualmente, se debe informar la duración del proyecto y presentar el cronograma estimado de actividades de las fases de construcción y operación del mismo, así como los costos estimados y la estructura organizacional.

Se deben describir, dimensionar y ubicar en planos o mapas (planta, perfil y cortes típicos), los siguientes aspectos

## **Infraestructura existente**

Se deben identificar las vías y otra infraestructura asociada existente, situada en el área de explotación del proyecto y describir:

* Vías asociadas existentes: Se deben caracterizar el tipo de vía, estado actual, número de carriles, accesibilidad y nombre geográfico. Adicionalmente, la clasificación de las mismas debe estar acorde con lo establecido por el Ministerio de Transporte en la Resolución 1240 de 2013 o aquella que la modifique, sustituya o derogue.
* Infraestructura asociada existente: Infraestructura social y/o productiva asociada o no al proyecto en evaluación, como centros poblados, zonas de interés turístico, escuelas, centros de salud, entre otros.
* Infraestructura de servicios públicos (energía, acueductos, alcantarillados, gas, entre otros).
* Identificar las vías e infraestructura asociada existente en el área de explotación y potenciales vías de acceso de la red vial nacional y vías secundarias y terciarias que pudieran ser utilizadas por el proyecto. Se debe tener en cuenta para la selección de la infraestructura vial a utilizar:
* Anticipar las necesidades reales de las vías a utilizar.
* Considerar el uso de las vías de menor tránsito, en lo posible seleccionar rutas que no crucen centros poblados.
* Examinar opciones de bajo impacto para minimizar el deterioro de la infraestructura existente.

Se debe estimar el número de viajes de vehículos asociados al proyecto que transitarán estas vías para cada una de las fases del mismo.

La información cartográfica sobre las vías secundarias y terciarias e infraestructura existente debe presentarse en planos a escala de 1:10.000 o más detallada, que permita la adecuada lectura de la información, cumpliendo con los estándares de cartografía base y catálogo de objetos del IGAC.

* Pozos de exploración geotérmica: áreas intervenidas, número y estado actual de los pozos perforados.
* Pozos de gradiente térmico: En el caso que se haya perforado este tipo de pozos en el área del proyecto, describir lo siguiente:
* Ubicación aproximada y número de pozos perforados en cada zona de interés geotérmico.
* Características de los pozos: Profundidad, diámetro, adecuación, entre otras.
* Los equipos, maquinaria, sistemas y procesos de perforación.
* El uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales.
* Cierre de pozos y restauración de las áreas intervenidas por la actividad.

La información sobre la infraestructura existente debe presentarse en planos a escala 1:25.000 o más detallada.

## **Etapas y actividades del proyecto**

Se debe incluir la descripción de cada una de las fases bajo las cuales se pretende desarrollar el proyecto de uso del recurso geotérmico (construcción y operación), incluyendo las actividades que fueron realizadas previamente durante la etapa de perforación exploratoria, así como las que se desarrollarán para la construcción, generación, desmantelamiento, restauración final, abandono y/o terminación de las instalaciones utilizadas, así como el diseño tipo de las obras e infraestructura proyectada, como vías, plataformas, locaciones, pozos exploratorios, pozos de producción, estructuras de conducción de agua, áreas y bodegas de almacenamiento, piscinas (diferenciando las utilizadas para almacenamiento de fluido geotérmico y lodo de perforación), áreas de instalación de equipos, áreas de operación, obras civiles, campamentos, líneas de flujo y otro tipo de transporte dentro del área a licenciar, tipo de central de generación a construir y operar, entre otras.

## **Diseño del proyecto**

Se debe presentar la georreferenciación y justificación de las áreas máximas a intervenir, la descripción de las actividades planeadas, los diseños de las obras propuestas (con el nivel de detalle según se precise o se especifique), contemplando la infraestructura proyectada, los mecanismos de producción y las actividades de mantenimiento y resaltando las obras y actividades prexistentes a ser complementadas, modificadas o mantenidas, en caso de que existan en el área componentes y actividades autorizadas en un proyecto de perforación exploratoria que anteceda al proyecto de explotación o uso geotérmico.

Adicionalmente, se debe presentar la información del resultado de la evaluación técnica relacionada con la capacidad y tipo de planta a instalar, el sitio para la localización de la planta, el número y la localización de los pozos de producción y reinyección, así como de las facilidades requeridas, vías, líneas de conducción y equipo electromecánico. Tipo de planta o tecnología a utilizar, configuración y número de unidades, equipos principales y de balance de planta, capacidad a instalar; rangos de presión y temperatura de flujo, requerimientos de transformación y transmisión eléctrica, entre otros.

El diseño básico de la planta y del campo, permitirá soportar el cronograma y presupuesto estimado del proyecto, lo cual será la base para realizar las evaluaciones financieras de viabilidad del proyecto.

## **Características técnicas**

## **Vías de acceso al área y plataformas de perforación**

Características de los accesos nuevos y existentes (viales, fluviales, férreos, aeroportuarios y otros) necesarios para el desarrollo de las obras y actividades que hacen parte del proyecto.

Se deben presentar las características de los corredores de acceso (viales, fluviales, aeroportuarios y otros), nuevos y existentes, necesarios para el desarrollo de las obras y actividades que hacen parte del proyecto, para lo cual se debe describir, ubicar y dimensionar (según sea pertinente, considerando para ello las dimensiones y el peso de la maquinaria y equipos que serán transportados), como mínimo, lo siguiente:

* **Corredores de acceso existentes**:
* Localización.
* Condiciones actuales: descripción, dimensiones y especificaciones técnicas generales del acceso; para las vías incluir el ancho y tráfico promedio diario (TPD) calculado, utilizando los periodos de mayor tráfico vehicular, en el momento de la elaboración de la línea base.
* Propuesta de adecuación con la descripción de las obras a construir, estimando las cantidades de materiales y volúmenes de disposición, métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, plantas y caminos de servicio).
* Referencia descriptiva de los tramos de vías a adecuar; se debe presentar la descripción de las actividades que se ejecutarán incluyendo el mejoramiento geométrico y altimétrico (curvas, pendientes, anchos, drenajes y sitios de cruce de cuerpos de agua).
* **Corredores de acceso nuevos:**
* Especificaciones técnicas de las vías a construir, estimado de cantidades de materiales y volúmenes de disposición, métodos constructivos (incluyendo métodos de estabilización de cortes y rellenos) e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, plantas y caminos de servicio, entre otros).
* Diseño de obras de arte e infraestructura relacionada (incluyendo la identificación y descripción en los cruces de cuerpos de agua existentes, tanto permanentes como intermitentes).
* Estimación de la longitud máxima a construir, con su respectiva justificación.
* Describir el método constructivo (incluyendo métodos de estabilización de cortes y rellenos), infraestructura requerida: desmonte, requerimiento de material de préstamo, excavación y preparación de la subrasante, control de erosión y sedimentos

**Nota:** para cada uno de los corredores de acceso (nuevos o existentes) se debe especificar si son de carácter temporal o permanente.

La información sobre los corredores de acceso debe presentarse en planos a escala 1:10.000 o más detallada.

## **Plataforma(s) de perforación**

Se debe presentar la descripción de las plataformas, así como la información sobre el área a ocupar por cada uno de los componentes o elementos que conformarán las mismas, incluyendo como mínimo la siguiente información:

* Localización, descripción y dimensiones de las plataformas existentes.
* Número total de plataformas existente(s) y autorizadas, provenientes de la etapa de perforación exploratoria que antecede al proyecto de explotación (en caso de que aplique).
* Número máximo de plataformas propuestas para el desarrollo del proyecto.
* Áreas máximas a utilizar por cada tipo de infraestructura a adecuar o construir. Se deben justificar las áreas solicitadas, analizando las condiciones operativas y la optimización de éstas con relación a las necesidades de espacio y distribución de los equipos en dichas áreas.
* Descripción de los métodos constructivos de las obras proyectadas.
* Diseños tipo de las plataformas propuestas.
* Determinación y especificaciones de las instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, entre otros) con que contará cada plataforma a construir.
* Ubicación de la plataforma (s) destinada al tratamiento y/o acondicionamiento de los fluidos recuperados.

Adicionalmente debe especificar si las áreas propuestas para las plataformas contemplan:

* Áreas para la adecuación de Zonas de Manejo de Escombros y Material de Excavación (en adelante ZODME).
* Zonas de infiltración o de riego propuestas para la disposición de las aguas residuales domésticas tratadas.
* Zonas de biorremediación (en caso de que aplique)

## **Perforación de pozos de producción**

Para la actividad de perforación de pozos de producción se debe describir o definir:

* ubicación aproximada y número de pozos a perforar por plataforma, en cada zona de interés geotérmico.
* Equipos, maquinaria e infraestructura requerida.
* Características de los pozos de producción: profundidad promedio esperada, perfil litológico esperado, diámetro, componentes, entre otras.
* Sistemas, procedimientos y técnicas de perforación.
* Instalaciones de apoyo.
* Tiempos estimados de estabilización térmica de pozos una vez perforados.
* Distancias entre los pozos de producción

## **Perforación de pozos de reinyección**

Para la actividad de perforación de pozos de reinyección se debe describir o definir:

* Objetivo, ubicación aproximada y número de pozos a perforar en cada zona de interés geotérmico.
* Equipos, maquinaria e infraestructura requerida.
* Características de los pozos: profundidad promedio esperada, perfil litológico esperado, diámetro, componentes, entre otras.
* Sistemas, procedimientos y técnicas de perforación.
* Instalaciones de apoyo.
* Distancias entre los pozos de reinyección

## **Trabajos en pozo**

Se deben describir las actividades a realizar para los trabajos o intervenciones de los pozos de producción y reinyección.

## **Construcción y operación de la central de generación**

Para esta etapa, y de acuerdo con lo previsto para la fase exploratoria (teniendo en cuenta los requerimientos de información sobre infraestructura, obras, procesos y actividades), se debe presentar la descripción de las obras y actividades que se proyecten desarrollar en el marco de las actividades de la construcción y operación de la central de generación geotérmica, entre las que se pueden citar:

* Descripción del proceso de generación eléctrica, el tipo de planta de generación proyectada a construir, identificando la tecnología a utilizar, el número de unidades de generación, así como la ubicación y capacidad de cada una (potencia a ser instalada y energía firme esperada).
* Presentar el plano de las instalaciones proyectadas.
* Descripción del sistema de extracción de gases no condensables.
* Descripción del sistema de enfriamiento a utilizar.
* Descripción de los instrumentos de registro y control del sistema y procesos.
* Presentar diagramas de flujo de los procesos de mayor relevancia y flujograma que presente la relación entre los procesos.
* Sistema de conducción e interconexión para el transporte de fluidos, desde el pozo o pozos productores hasta la central de generación.
* Presentar una tabla con la síntesis de cada operación, los tipos y cantidades de sustancias a manejar, los potenciales eventos causantes de accidentes, sus consecuencias, y las medidas de seguridad adoptadas.
* Identificar y cuantificar el flujo y almacenamiento de insumos, productos, subproductos y residuos a lo largo de la vida útil del proyecto, incluyendo la composición química, reinyección y el manejo de los fluidos geotérmicos y salmueras.
* Descripción de los procesos de energización de la línea de conexión, operación y entrega de energía al Sistema Interconectado Nacional y/o un centro de consumo regional o local.
* Descripción de los lugares de almacenamiento, carga y descarga de sustancias peligrosas, y las medidas de seguridad asociadas.
* Rutas de transporte de insumos, productos y residuos peligrosos.
* Control de ruidos provenientes sistemas de protección de alta presión en los ductos y separadores, entre otros.
* Sistemas de control de la concentración anormal de gases no condensables en los alrededores de la central.
* Sistemas y equipos de detección de fallas, derrames y condiciones anormales de funcionamiento de las instalaciones.
* Maquinaria y accesorios.
* Indicar las obras y actividades para realizar el mantenimiento de instalaciones y de pozos de producción y reinyección.

**Nota:** En este ítem se debe identificar la infraestructura, obras y procesos o procedimientos que continuarán utilizándose o desarrollándose después de la fase exploratoria realizada (p.e producción, acondicionamiento, transporte, entre otras).

## **Transporte de fluidos geotérmicos**

Se deben describir, dimensionar y/o ubicar en planos o mapas:

* La ubicación georeferenciada y descripción de las líneas de conducción de fluidos.
* Tipo y uso de los ductos.
* Los posibles cruces de cuerpos de agua permanentes y/o intermitentes.
* Los métodos de construcción, pruebas hidrostáticas e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, entre otros).
* Los estimativos de maquinaria y equipos.
* Longitud, diámetro y profundidad estimada de las líneas de flujo y ancho del derecho de vía.

## **Manejo de fluidos geotérmicos**

Se deben incluir las características de manejo de los fluidos geotérmicos para las diferentes fases del proyecto, así como de la infraestructura asociada:

* Presentar la ubicación georeferenciada de la infraestructura necesaria para el manejo de los fluidos geotérmicos.
* Describir los diseños tipo de la infraestructura para el manejo de los fluidos geotérmicos, incluyendo las alternativas de equipos, infraestructura, maquinaria, sistemas y procesos de manejo; así como una descripción de la operación incluyendo las pruebas a que haya lugar para determinar la efectividad del método de manejo de fluidos.
* Describir las características de los fluidos geotérmicos (composición química, temperaturas, etc.).
* Describir el procedimiento e indicar el tiempo mínimo y máximo de cada período de prueba.
* Describir el sistema de almacenamiento (dimensiones, capacidad de almacenamiento, sistema de impermeabilización, entre otros), tratamiento y/o disposición de fluidos geotérmicos usados para las pruebas de los pozos.

## **Infraestructura asociada al proyecto**

Se deben incluir como mínimo las características y ubicación aproximada de la infraestructura asociada de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 1**. Infraestructura asociada al proyecto

| **CARACTERÍSTICA** | **DESCRIPCIÓN** |
| --- | --- |
| **Campamentos permanentes y transitorios, sitios de acopio y almacenamiento de materiales y cualquier tipo de infraestructura relacionada con el proyecto** | Campamentos: Incluir cuantificación aproximada de movimientos de tierra, redes de drenaje, áreas de tratamiento y disposición de residuos, zonas de almacenamiento de insumos, sustancias y combustibles, así como el número de habitantes promedio que se albergará en dichas instalaciones, tanto para los campamentos de uso permanente como para los temporales.  Presentar un plano esquemático con la localización de cada campamento y las instalaciones que lo componen. |
| Sitios de acopio y almacenamiento de materiales: Localización. |
| Precisar si se requiere la instalación de plantas de producción de concreto y la descripción de la misma |
| Otro tipo de infraestructura: Identificación, descripción y localización. |
| **Fuentes de materiales** | Identificación y localización. |
| **Infraestructura de drenaje** | Infraestructura de drenaje. |
| Infraestructura de subdrenaje. |
| Cruces de corrientes de aguas superficiales. |
| **Infraestructura de geotecnia** | Obras de geotecnia y/o estabilidad de taludes con las respectivas memorias de cálculo y diseño. |
| **Infraestructura de suministro de energía** | Sistemas y fuentes de generación y transporte de energía (redes de energía y fuentes de energía). |
| **Infraestructura de suministro de agua** | Sistemas y fuentes de aprovisionamiento de agua para el desarrollo de la actividad. |
| **Infraestructura asociada al proceso de producción: pozos de producción, pozos de reinyección, planta de generación** | Sistemas de manejo de fluidos geotérmicos.  Sistemas de manejo de lodos y sobrantes de perforación.  Sistemas de transporte de fluidos geotérmicos  Tipo de planta, número de unidades y capacidad a instalar |

## **Infraestructura y servicios a ser interceptados por el proyecto**

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

**Tabla 2**. Infraestructura y redes de servicios

| **CARACTERÍSTICA** | **DESCRIPCIÓN** |
| --- | --- |
| **Servicios públicos** | Redes de acueducto y alcantarillado. |
| Redes de oleoductos y gas. |
| Redes eléctricas. |
| Redes de tecnologías de la información y las comunicaciones. |
| **Otros** | Distritos de riego. |
| Vías (Red Vial Nacional, secundarias y terciarias). |
| Predios (Describir su uso: dotacional, educativo, vivienda, etc.). |
| Vías férreas. |
| Demás infraestructura y redes interceptadas. |
| Usos asociados al recurso (p. e. usos recreativos, medicinales, etc.). |

## **Insumos del proyecto**

Para las etapas de construcción y operación del proyecto, se debe presentar el listado y la estimación de los volúmenes de insumos que se relacionan en la siguiente tabla:

**Tabla 3**.Insumos del proyecto

| **TIPO DE INSUMO** | **DESCRIPCIÓN** |
| --- | --- |
| **Materiales de construcción** | Materiales pétreos (explotados en minas y canteras usados como agregados en la fabricación de concretos, pavimentos, obras de tierra y otros productos). |
| **Otros** | Materiales y productos como combustibles, aceites, grasas, disolventes, reactivos, gases comprimidos, entre otros. Presentar las respectivas hojas de seguridad para materiales y especificar tanto los sistemas de almacenamiento como el manejo de los insumos sobrantes. |
| Insumos procesados como concreto hidráulico, concreto asfáltico, prefabricado y triturados, entre otros. |
| Estimar y describir las necesidades de energía eléctrica. |
| Demás insumos que se requieran para las diferentes fases del proyecto. |

## **Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición**

Cuando se requiera realizar el manejo, transporte y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición, se debe dar cumplimiento a lo dispuesto en la Resolución 472 de 2017 expedida por el Ministerio del Medio Ambiente o por la norma que la modifique, sustituya o derogue, y demás normas concordantes.

Si no existen lugares autorizados por los municipios para la disposición de escombros, éstos se deben definir y describir en el marco del EIA. Se debe incluir como mínimo, la siguiente información para cada sitio de disposición:

* Relación de los volúmenes estimados de material a disponer en cada uno de los sitios identificados, indicando su procedencia de acuerdo con cada zona del proyecto, y determinación de la ruta a seguir por los vehículos que transportarán el material.
* Localización georreferenciada y mapas topográficos con planimetría y altimetría de los sitios potenciales para la ubicación de la(s) Zona(s) de Manejo de Escombros y Material de Excavación (en adelante ZODME).
* Para cada ZODME propuesto se debe presentar a nivel de factibilidad:
* Análisis de factores de seguridad y riesgo de desplazamiento ante cargas externas.
* Identificación de las viviendas y los cuerpos de agua existentes en el área propuesta de adecuación final de la(s) ZODME.
* Parámetros de diseño a nivel de factibilidad y cartografía 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 de la conformación final contemplada.
* Identificación de los usos finales de cada una de la(s) ZODME propuestas.

## **Residuos peligrosos y no peligrosos**

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

* Clasificación de los residuos sólidos (aprovechables, especiales, de construcción y demolición, ordinarios, etc., de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1077 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio), y de los residuos peligrosos (según lo previsto en el Capítulo 1, Titulo 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.

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 754 de 2014 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la Resolución 472 de 2017 y las demás normas vigentes sobre la materia, o aquellas que las modifiquen, sustituyan o deroguen.

El manejo de residuos peligrosos debe realizarse con base en lo establecido en la Ley 1252 de 2008 y en la Sección 1, Capitulo 1, Titulo 6, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que los modifique, sustituya o derogue.

Así mismo, se deberá tener en cuenta la normatividad referente a los residuos posconsumo tales como luminarias, baterías de plomo ácido, pilas y acumuladores, computadores y periféricos, envases de plaguicidas, medicamentos vencidos y llantas usadas.

Nota: En caso que exista la probabilidad de generación de residuos NORM derivados del tratamiento del fluido geotérmico, se debe incluir la procedencia (actividad e insumos que intervienen en su generación) de dichos residuos, la descripción del manejo (condiciones de almacenamiento, en caso de realizarlo) y disposición de este tipo de residuos de acuerdo con lo establecido en la normatividad vigente del Ministerio de Minas y Energía. En caso de ser entregados a un tercero, se debe adjuntar al estudio, los permisos de operación para la actividad de la empresa que recepciona el residuo, así como los soportes de entrega indicando características y cantidades en las unidades correspondientes.

Para el manejo de residuos por parte del usuario 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.

## **Costos del proyecto**

Se deben presentar los costos totales estimados del proyecto de acuerdo a lo previsto en el artículo 2.2.2.3.6.2, Sección 6, Capítulo 3, del Decreto 1076 de 2015 o el que lo modifique, sustituya o derogue.

## **Cronograma del proyecto**

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

## **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.

# **ÁREAS DE INFLUENCIA**[[60]](#footnote-6)

## **CONSIDERACIONES TÉCNICAS**

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

Adicionalmente, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

* El proyecto, obra o actividad incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción, montajes, operación y mantenimiento, así como el desmantelamiento, restauración, cierre y 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. La infraestructura puede ser de propiedad del solicitante de la licencia ambiental o de terceros, y de igual forma las actividades pueden ser desarrolladas o gestionadas incluso mediante contratistas.

Nota: El solicitante será el responsable directo ante la autoridad ambiental por el manejo ambiental del proyecto.

* Con relación a las vías de acceso del proyecto, dentro de las áreas de influencia se deben considerar por lo menos las vías nuevas (a construir como parte del proyecto), y las vías privadas 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).
* Definir las acciones ambientales que se adelantarán con respecto a vías temporales o permanentes o los tramos de las mismas que una vez finalizado el proyecto, dejarán de ser transitadas y deberán ser cerradas y clausuradas.

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

El área de influencia es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos[[61]](#footnote-7) ocasionados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad, en cualquiera de sus fases, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. La identificación de estos impactos debe ser objetiva y en lo posible cuantificable; de no serlo, debe soportarse técnicamente y los impactos serán valorados cualitativamente. En ambos casos, la identificación y la valoración de los mismos se debe realizar 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, grupo de componentes o medio, que luego se agregan para definir el área de influencia del proyecto (ver Figura 1); es decir, que los componentes pueden ser agregados 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 considerar 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 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, 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:

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 los 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 y servicios técnicos, entre otros).

- Localización de las principales actividades económicas.

- Dependencia de las actividades locales hacia los recursos naturales, e 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 debe tener en cuenta la existencia de resguardos indígenas y de territorios ancestrales, territorios colectivos de comunidades negras, asentamientos de comunidades étnicas, sitios sagrados o sitios de pagamento ubicados fuera de los resguardos, entre otros, así como las respectivas certificaciones emitidas por la autoridad competente.

El área de influencia definida por el solicitante deberá ser coherente con la presentada para efectos de la certificación de presencia de comunidades étnicas emitida por la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior o quien haga sus veces.

Asimismo, la delimitación del área de influencia requerida para la citada certificación, debe considerar los criterios que defina para tal efecto el Ministerio del Interior o quien haga sus veces.

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 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 Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelación de sistemas, estudios de caso, el conocimiento de expertos, entre otros. En todos los casos, el solicitante debe señalar claramente los procedimientos que se ejecuten para establecer el área de influencia, indicando en el modelo de procesamiento de información geográfica los cálculos, funciones, pesos u otros métodos que se utilicen.

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[[62]](#footnote-8) 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, grupos de componentes o medios, 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 del proyecto, obra o actividad, dependiendo de la potencial afectación que podrían causar dichas actividades a los diferentes componentes; es decir que las medidas de manejo se deben plantear únicamente en las áreas en las que se manifestaría el impacto a tratar.



**Figura 1.** Áreas de influencia por componente.

# **CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

En este capítulo se debe aportar información primaria y secundaria (de carácter cualitativo y/o cuantitativo[[63]](#footnote-9) que permita, en primera instancia, conocer las características ambientales actuales 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.

Se debe partir de la caracterización ambiental presentada, evaluada y aprobada por la autoridad ambiental para el proyecto de exploración geotérmica, que antecede al proyecto de uso o explotación geotérmica, haciendo los ajustes pertinentes en función del área de influencia que se defina para el proyecto de explotación, indicando los aspectos que hayan sido modificados, junto con la respectiva justificación.

Asimismo, para los componentes de cada medio, adicional a lo requerido en las secciones a continuación, se debe presentar un análisis comparativo de línea base, donde se evidencie la transformación del entorno, desde el inicio de la etapa exploratoria del proyecto, el cual debe tenerse en cuenta en el capítulo correspondiente a la evaluación de impactos.

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, tenga menos de un (1) año de su realización y se haya puesto a disponibilidad de los solicitantes, no será necesario presentarla en la caracterización de línea base; sin embargo, debe ser referenciada y analizada en el documento.

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.

## **MEDIO ABIÓTICO**

## **Geología**

El alcance de la información de este componente está enfocado a brindar una comprensión del marco geológico y estructural presentando las formaciones geológicas que actúan como reservorio o capa sello del sistema geotermal e interpretación de las estructuras tectónicas, o volcano-tectónicas, que controlan el desarrollo de la permeabilidad y la conducción de los fluidos geotermales profundos y de la evolución geotermal y/o vulcanológica de la zona y presencia de cámaras magmáticas fuente de calor. Así mismo, establecer la línea base en aspectos de sismicidad en el área de influencia del proyecto.

De acuerdo con lo anterior, se debe presentar la cartografía geológica general ajustada al proyecto con fotointerpretación y control de campo; describiendo las unidades geológicas aflorantes a nivel regional junto con la geología estructural del área (orientación de estratos, fallas, fracturas, diaclasas y pliegues). La información específica del proyecto, relacionada con las unidades estratigráficas y los rasgos estructurales, debe ser soportada mediante columnas y perfiles estratigráficos determinados a partir de observaciones directas que cuenten con su respectivo registro fotográfico debidamente datado, identificado y georreferenciado con los resultados de los estudios geofísicos realizados.

Presentar una síntesis de los resultados finales de los análisis químicos realizados en los fluidos geotermales superficiales existentes en el área de influencia con información de la temperatura de los fluidos en el reservorio, procesos de ebullición, características químicas de los fluidos profundos, circulación de los fluidos y origen de estos en el área, entre otros.

Adicionalmente, se debe presentar el reporte y análisis de la sismicidad instrumental e histórica del entorno del proyecto propuesto, en un radio de 100 km, delimitando las zonas críticas y vulnerables debido a la sismicidad del área; así mismo, en la eventualidad de existir, se debe presentar un análisis de amenaza volcánica en el área de influencia del proyecto.

El responsable del estudio debe complementar la información anterior con planos en planta y secciones transversales, incluyendo la cartografía de elementos geológicos de carácter regional, el cual es 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; así como con la establecida en los dominios de la GDB. La información debe generarse en escala 1:25.000 o más detallada, acorde con el área del proyecto.

## **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 de localización de la infraestructura del proyecto se deben cartografiar de manera precisa los procesos de inestabilidad por remoción en masa, sedimentación e intervención antrópica (p. e. vías, rellenos, adecuaciones urbanísticas). Se debe efectuar un análisis multitemporal con base en interpretación de fotografías aéreas que permita evaluar la dinámica de dichos procesos.

El levantamiento geomorfológico con énfasis en la localización de los procesos de inestabilidad se debe trabajar y presentar sobre la base topográfica del EIA. 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 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.

Cartografía de procesos volcánicos en el área de influencia del proyecto.

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.

Zonificación de amenazas volcánicas

La información cartográfica debe presentarse a escala 1:10.000 o más detallada, 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.

## **Suelos y uso del suelo**

Para el área de influencia del componente, grupo de componentes o medio, se debe presentar el mapa de suelos que incluya la clasificación agrológica de los suelos con base en información existente; además se debe identificar el uso actual y potencial (considerando los POT, PBOT y EOT), establecer los conflictos de uso del suelo y adjuntar la información documental y cartográfica de soporte.

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 partir del levantamiento de la información respectiva en campo, el apoyo de sensores remotos y la información secundaria disponible.

Se deben adjuntar las imágenes interpretadas, ya sea escaneadas o como anexos.

## **Hidrología**

Para el área de influencia del componente, el estudio hidrológico debe contener la siguiente información:

Localizar el área de influencia del proyecto dentro de la zonificación hidrográfica nacional del IDEAM y del Minambiente (área, zona, subzona y nivel sub-siguiente), así como los niveles subsiguientes definidos por la Autoridad(es) Ambiental(es) competente(s) en caso de existir, identificando los sistemas lénticos y lóticos, así como zonas de recarga potencial de acuíferos, con su respectiva toponimia. En caso de no existir niveles subsiguientes, se deberán definir unidades hidrográficas básicas de análisis a escala 1:10.000, o de mayor detalle utilizando la cartografía oficial disponible.

* Identificar y recolectar, para las subzonas hidrográficas en las que se encuentra el área de influencia del proyecto, los datos hidroclimáticos disponibles de la red nacional de referencia del IDEAM, así como de otras redes existentes a nivel regional. La escala temporal de los datos debe ser diaria y la longitud mínima de la serie debe ser de diez (10) años. Deberá indicarse la longitud temporal de datos disponibles y el análisis de incertidumbre derivado de su uso y tratamiento con el objetivo de concluir si las series hidrológicas a utilizar son adecuadas para los objetivos del proyecto.
* Hacer el análisis objetivo de la calidad y consistencia de los datos hidroclimáticos que incluya pruebas estadísticas paramétricas y/o no paramétricas sobre homogeneidad, consistencia e identificación de datos anómalos; de ser posible, hacer el completado de las series, indicando claramente el método adoptado y efectuar la caracterización estadística básica de las series de tiempo tratadas.
* En los casos que la información hidrológica lo permita, caracterizar del régimen hidrológico, considerando en el análisis los valores normales (anuales, mensuales y diarios), así como los extremos (máximos y mínimos), frecuencia de presentación, duración, momento de ocurrencia, tasa de cambio. Para el análisis de eventos extremos (máximos y mínimos) se deben considerar los efectos de la variabilidad climática en el régimen, por tanto, se deben realizar análisis no estacionarios (los períodos de retorno mínimos a considerar deben ser: en caudales máximos, 2, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años; en caudales mínimos, 2, 5, 10, 15 y 20 años).
* En zonas con ausencia de información, series temporales inferiores a 10 años o con series cuyo análisis indique una incertidumbre importante en los resultados obtenidos, se deberán generar series sintéticas a escala diaria, a partir de metodologías de transformación de la lluvia en escorrentía que consideren la variabilidad de las características fisiográficas y climáticas de la cuenca hidrográfica y sus unidades hidrográficas de análisis básico, considerando igualmente cuando aplique: interacciones agua superficial – agua subterránea (incluidos cambios en el nivel freático y alteración en acuíferos) y las de los sistemas léntico–lótico, y las principales características de dichas interacciones (caudales, sedimentos, recursos hidrobiológicos). Se deberá establecer claramente el modelo conceptual, sus parámetros, la información utilizada, la metodología de implementación, estrategia de calibración y validación en función de la información utilizada y considerando la representatividad de los procesos hidrológicos predominantes en la cuenca hidrográfica de estudio.

## **Calidad del agua**

Se debe realizar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de las corrientes hídricas del área de influencia del componente, susceptibles de intervención por el proyecto (concesión, vertimientos y ocupaciones de cauces); y de los cuerpos de agua que sean de uso para consumo humano y doméstico o concesión de aguas en los tramos del área de influencia del componente hídrico (Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente y a las Microcuencas de acuerdo con la clasificación establecida por el IDEAM) incluyendo los tributarios principales de las cuencas que se localicen en el área de influencia del componente. Adicionalmente, identificar los usos del agua, teniendo en cuenta los establecidos en el artículo 2.2.3.2.7.6 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya. Se deben considerar los dos (2) periodos climáticos (época seca y época de lluvias[[64]](#footnote-10)) siguiendo los lineamientos establecidos por el IDEAM[[65]](#footnote-11). En todos los casos la caracterización se debe realizar siguiendo la misma masa de agua 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.

#### Criterios para la definición de puntos de caracterización del recurso hídrico superficial.

A continuación, se presenta la clasificación de los puntos de muestreo hídrico superficial, enmarcada en los impactos y demás condiciones asociadas a los permisos de uso y aprovechamiento de recurso hídrico y en la obtención de información útil que aporta al conocimiento del estado y dinámica hidrológica, además de contribuir en la evaluación de la efectividad de las medidas de manejo.

* **Puntos de muestreo y seguimiento de concesiones de agua**

Para los puntos de muestreo asociados a las ocupaciones de cauce es necesario considerar el tipo y temporalidad de la ocupación, a continuación, se presentan las condiciones para la definición de los puntos de muestreo, de acuerdo a los criterios mencionados:

Tabla 2 Condiciones para la definición de los puntos de muestreo en obras de ocupación de cauces

| **TEMPORALIDAD** | **TIPO DE OBRA** | **CRITERIO DE UBICACIÓN** | **CRITERIO DE FRECUENCIA** |
| --- | --- | --- | --- |
| Temporal | Pontones, Box Culvert, Alcantarillados, Puentes, Obras de control hidráulico, etc. | Aguas arriba y aguas abajo de la ocupación. | Antes, durante y una vez finalizada la obra presentar los muestreos correspondientes a dos periodos climáticos (seco y húmedo). |
| Permanente | Pontones, Box Culvert, Alcantarillados, Puentes, Obras de control hidráulico, etc. | Aguas arriba y aguas abajo de la ocupación. | El muestreo se realizará en dos periodos climáticos (seco y húmedo). Periodo de construcción y los primeros 3 años siguientes. |
| Desviación de cauce[[66]](#footnote-12) | Aguas arriba al inicio de desviación establecida y aguas abajo antes de entregar las aguas a la red de drenaje natural. | Para las desviaciones de cauce en proyección, el muestreo abarca el tiempo de ejecución de la obra y la frecuencia deberá ser cada 10% del avance de la obra. Finalizada la obra la medición deberá mantenerse durante el periodo de existencia, en dos periodos (seco y húmedo). |
| En caso de que en el tramo de la ocupación existan puntos de conexión con tributarios, adicionalmente se deben ubicar puntos de muestreo de aforo líquido y sólido antes de confluir a la obra de desviación. | Para desviaciones de cauce actuales y cuando las obras de desviación futuras culminen, la frecuencia del muestreo se realizará en dos periodos climáticos (seco y húmedo). Finalizada la obra la medición deberá mantenerse durante el periodo de existencia. |
| Construcción de embalses | Aguas arriba, en el embalse y aguas abajo antes de entregar las aguas a la red de drenaje natural. | Para embalses en proyección, el muestreo abarca el tiempo de ejecución de la obra y la frecuencia deberá ser cada 10% del avance de la obra. |
| Para los embalses actuales y cuando las obras de construcción de embalses proyectados culminen, la frecuencia del muestreo se realizará en dos periodos climáticos (seco y húmedo). Finalizada la obra la medición deberá mantenerse durante el periodo de existencia. |

Fuente: ANLA, 2015

* **Puntos de muestreo y de seguimiento a permisos de vertimiento**

Para el monitoreo de un vertimiento, es necesario establecer 2 puntos de muestreo sobre la fuente receptora, uno aguas arriba de la descarga en una distancia máxima de 100 metros y un segundo punto en la zona aguas abajo del vertimiento, en una distancia que se define de acuerdo a la metodología de longitud de mezcla[[67]](#footnote-13), la cual debe estar debidamente sustentada.

* **Puntos de muestreo y de seguimiento a cuerpos de agua lénticos y lóticos no intervenidos, que se encuentran en el área de influencia del componente hidrológico.**

Para la optimización del seguimiento a los cuerpos de agua que se encuentran en el área de influencia del componente hidrológico y en donde no se realiza uso y aprovechamiento del recurso hídrico de manera directa, es necesario estandarizar el levantamiento de información, con el fin de aportar la generación de datos útiles para el análisis del recurso hídrico a escala regional y de fácil articulación con la red de monitoreo regional.

Para la definición de estos puntos, es necesario contar con la siguiente información:

* Cartografía del estado actual de la red de drenaje a una escala 1:25.000 o más detallada.
* Polígonos de proyectos, puntos de vertimientos, concesiones y ocupaciones de cauce.
* Identificación espacial de las zonas de mezcla en los puntos de vertimientos.
* Identificación de cuerpos de agua superficial de interés, como las ciénagas.
* Identificación de usuarios del recurso hídrico, debidamente espacializados[[68]](#footnote-14).

Una vez compilada dicha información, se definen los puntos de muestreo espacialmente representativos, para posteriormente unificar con los puntos de monitoreo definidos para uso y aprovechamiento del recurso hídrico, verificando que no exista redundancia de puntos de muestreo (en el caso de presentarse puntos cercanos, los parámetros y frecuencias serán los más restrictivos).

* **Condiciones del muestreo**

Se deben considerar al menos dos (2) periodos climáticos (época seca y época de lluvias), siguiendo la guía para el monitoreo y seguimiento del agua, elaborada por el IDEAM, o aquella que la modifique o sustituya[[69]](#footnote-15). En todos los casos la caracterización se debe realizar siguiendo la misma masa de agua sobre la corriente muestreada La caracterización en épocas diferentes, se debe realizar en los mismos puntos seleccionados para el cuerpo de agua. Adicionalmente los muestreos serán puntuales en el centro de la corriente para cuerpos de agua con ancho o diámetro inferior a 10 metros e integrados para longitudes o diámetros mayores o iguales a 10 metros.

De igual forma y para los casos en que aplique, en la planeación y análisis de resultados de los muestreos del recurso hídrico, se debe incluir el registro y análisis del seguimiento y monitoreo realizado en las corrientes hídricas del área de influencia del componente que fueron intervenidas con vertimientos durante la ejecución del proyecto de perforación exploratoria que antecede al proyecto de explotación, siempre y cuando se planee continuar realizando vertimientos en el mismo cuerpo de agua.

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 fase de construcción y operación del proyecto.

Para punto de muestreo en cuerpos lóticos se debe realizar el aforo de caudal presentando la sección mojada y hacer entrega del formato de medición de caudal, reportando allí las velocidades, el ancho superficial, el área mojada, el perímetro mojado, la velocidad media, la profundidad media, la velocidad máxima y el caudal.

De igual manera se deberán tomar muestras y analizar puntos ubicados aguas arriba y aguas abajo de los potenciales puntos y/o zonas de captación, vertimientos y ocupaciones de cauces y lechos; los puntos se deberán identificar y justificar con base en el inventario de usos y usuarios y demás condiciones hidrológicas representativas de la zona, teniendo en cuenta los parámetros descritos en la **Tabla 4**.

Se debe presentar el informe sobre la toma de muestras, el cual debe presentar los protocolos de monitoreo, toma, preservación, transporte y análisis de muestras, con su respectivo registro fotográfico y copia de la cadena de custodia, realizando el análisis de la calidad del agua a partir de la correlación de los datos fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos.

Se deben caracterizar por lo menos los parámetros establecidos en la siguiente tabla:

**Tabla 4**. Relación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos que se deben medir para caracterizar 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** | **PARA LOS CUERPOS DE AGUA EN LOS QUE SE PROPONEN VERTIMIENTOS DIRECTOS** | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA** | **AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA** |
| **Generales** | **Unidades** |  |  |  |
| Temperatura | (°C) | X | X | X |
| Potencial de Hidrógeno – pH | Unidades de pH | X | X | X |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | (mg/L O2) | X | X | X |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días (DBO5) | (mg/L O2). | X | X | X |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST) | mg/L | X | X | X |
| Sólidos Disueltos Totales (SDT) | mg/L | X | X | X |
| Carbono Orgánico Total (COT) | mg/L | X | X | X |
| Sólidos Sedimentables (SSED) | mL/L | X | X | X |
| Grasas y Aceites | mg/L | X | X | X |
| Fenoles Totales | mg/L | X | X | X |
| Sustancias Activas de Azul de Metileno (SAAM) | mg/L | X | X | X |
| Coliformes totales | NMP/100 mL | X | X | X |
| Coliformes fecales | NMP/100 mL | X | X | X |
| E. Coli | NMP/100mL | X | X | X |
| Conductividad eléctrica | (uS/cm) | X | X | X |
| Turbiedad | (UNT) | X | X | X |
| Oxígeno Disuelto (OD) | mg/L O2 | X | X | X |
| **Hidrocarburos** |  |  |  |  |
| Hidrocarburos Totales (HTP) | mg/L | X |  | X |
| **Compuestos de Fósforo** |  |  |  |  |
| Fósforo Total (P) | mg/L | X |  | X |
| Ortofosfatos (P-PO4) | mg/L | X |  | X |
| **Compuestos Nitrógeno** |  |  |  |  |
| Nitrógeno Total | mg/L | X |  | X |
| Nitritos (N-NO2) | mg/L | X |  | X |
| Nitratos (N-NO3) | mg/L | X |  | X |
| Nitrógeno Amoniacal | mg/L | X |  | X |
| **Iones** |  |  |  |  |
| Cloruros (Cl-) | mg/L | X |  | X |
| Cianuro Total (CN) | mg/L | X |  | X |
| Sulfuros (S2-) | mg/L | X |  | X |
| Sulfatos (SO4) | mg/L | X |  | X |
| Floruros (F-) | mg/L | X |  | X |
| **Metales y Metaloides\*** |  |  |  |  |
| Potasio (K) | mg/L | X |  | X |
| Magnesio (Mg) | mg/L | X |  | X |
| Sílice (Si) | mg/L | X |  | X |
| Arsénico (As) | mg/L | X |  | X |
| Cadmio (Cd) | mg/L | X |  | X |
| Bario (Ba) | mg/L | X |  | X |
| Aluminio (Al) | mg/L | X |  | X |
| Cinc (Zn) | mg/L | X |  | X |
| Cobre (Cu) | mg/L | X |  | X |
| Cromo (Cr) | mg/L | X |  | X |
| Cromo hexavalente (Cr+6) | mg/L | X |  | X |
| Hierro (Fe) | mg/L | X |  | X |
| Mercurio (Hg) | mg/L | X |  | X |
| Níquel (Ni) | mg/L | X |  | X |
| Plomo (Pb) | mg/L | X |  | X |
| Plata (Ag) | mg/L | X |  | X |
| Vanadio(V) | mg/L | X |  | X |
| Selenio (Se) | mg/L | X |  | X |
| **Otros Parámetros para Análisis y Reporte** |  |  |  |  |
| Acidez Total | mg/L CaCo3 | X | X | X |
| Alcalinidad Total | mg/L CaCo4 | X | X | X |
| Dureza Cálcica | mg/L CaCo5 | X | X | X |
| Dureza Total | mg/L CaCo6 | X | X | X |
| Color Real (m-1) (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436nm, 525nm y 620nm). | m-1 | X | X | X |

\*Se deben incluir en el análisis, los parámetros de calidad fisicoquímica que no estén relacionados en la presente tabla y que puedan generarse con el desarrollo del proyecto. Se deberá contemplar los requerimientos hechos en la resolución 631 de 2015, en relación a la temperatura de la zona de mezcla térmica.

Nota: En el caso en que el proyecto plantee vertimientos sobre cuerpos de agua superficial, además de los parámetros indicados en la tabla anterior, se deberán incluir los parámetros propios que requiera cada modelo de calidad de agua de acuerdo a sus características.

Se debe realizar el cálculo del Índice de Langelier y de la Capacidad Buffer (Tampón) de las corrientes hídricas del área de influencia del componente, susceptibles de intervención por el proyecto, con el fin de establecer la capacidad de la corriente hídrica para mantener estable el pH ante los aportes de ácidos y bases.

Se debe estimar el Índice de Calidad del Agua (ICA) el Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO), el Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI), el Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS) y el Índice de Contaminación Trófico (ICOTRO) para los cuerpos de agua caracterizados.

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 (2) 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 registro 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 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[[70]](#footnote-16). La evaluación de la calidad del agua debe seguir la guía para el monitoreo y seguimiento del agua, elaborada por el IDEAM, el INVEMAR y el DANE[[71]](#footnote-17) 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 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. El límite de detección de las técnicas de medición de los parámetros de calidad de agua establecidos, debe permitir su comparación con los usos de agua establecidos en el artículo 2.2.3.3.9. en sus numerales del 3, 4, 5 ,6, 7, 8, 10 y 16 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya.

## **Usos del agua**

Para la estimación de la oferta hídrica disponible, se deben identificar los usos actuales y proyectados, tanto de los cuerpos de agua que se intervendrán para el uso y aprovechamiento del recurso, como de aquellos presentes en el área de influencia que estén expuestos a los impactos que posiblemente sean generados por las actividades de construcción y/u operación del proyecto. Para lo cual se deberá hacer un levantamiento de información primaria sobre los usos y usuarios del recurso hídrico; no obstante, en el análisis se deberá incluir la información que se encuentre disponible referente a: usuarios del recurso hídrico definida en los POMCA, realizados por las Autoridades Ambientales Regionales y las metas y objetivos de calidad, los registros de concesiones, y los usos establecidos en los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH y en otras reglamentaciones 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.

Asimismo, 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 1:10.000 o más detallada, que incluya la localización de la información mencionada.

## **Hidrogeología**

El alcance de este componente está enfocado en la identificación y caracterización del agua subterránea y los acuíferos presentes en la zona, incluyendo el reservorio geotérmico, 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, sus zonas de recarga y descarga, direcciones generales de flujo, el tipo de acuífero, calidades y tipos de usos actuales, considerando además los lineamientos vigentes para la presentación de mapas hidrogeológicos del SGC, los lineamientos conceptuales y metodológicos para el componente de aguas subterráneas de la Evaluación Regional del Agua – ERA, publicado por el IDEAM cuando sea pertinente, los lineamientos de la Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos de MINAMBIENTE cuando sea pertinente, así como tener en cuenta los protocolos para el seguimiento y monitoreo del recurso hídrico superficial y subterráneo definidos por el IDEAM para los aspectos y criterios sobre las campañas de monitoreo, definición de puntos, muestreos y reporte de resultados.

Para el área de influencia del componente hidrogeológico, donde por las actividades de explotación o uso del recurso geotérmico se pueda llegar a modificar los acuíferos, las zonas de recarga de acuíferos, la zona no saturada, o remover capas acuíferas, se debe suministrar la siguiente información:

* Análisis de información existente de tipo hidrogeológico, hidrológico, geofísico, hidroquímica, geoquímica y caracterización de las aguas subterráneas, cartografía existente del área, identificando en todos los casos la fuente de información.
* Realizar el inventario de puntos de agua subterránea (pozos, aljibes, manantiales y piezómetros), anexando el Formulario Único Nacional de Inventario de Aguas Subterráneas diligenciado para cada punto de aguas subterráneas, registrando la información disponible y para la que no se encuentre en el momento del inventario indicar el motivo. En el documento se deben analizar los resultados del inventario frente a los usos y usuarios por tipo de punto de agua subterránea, caudales de explotación y profundidad de las captaciones.
* Realizar la identificación y caracterización de las unidades hidrogeológicas presentes, incluyendo la siguiente información: Espesor, litología, características hidráulicas (transmisividad, coeficiente de almacenamiento, conductividad hidráulica, porosidad y capacidad específica), estimación de la dirección de flujo e identificación de zonas de recarga, tránsito y descarga.
* Realizar la caracterización fisicoquímica de las aguas subterráneas asociadas a los acuíferos presentes en el área de influencia del proyecto, en un número representativo de puntos de muestreo. La caracterización debe estar orientada a analizar el tipo y calidad de agua subterránea para cada acuífero presente y a evidenciar fenómenos de contaminación previos al inicio de las actividades del proyecto. Los determinantes mínimos a monitorear son: pH, temperatura, conductividad eléctrica, dureza total, alcalinidad, aniones y cationes mayoritarios (Na+, K+, Mg++, Ca++, NH4+, SO4=, Cl-, NO3-, CO3=, HCO3-), Coliformes totales y fecales, E. Coli, SDT, Eh, grasas y aceites. A partir del balance de aniones y cationes se debe calcular valor del error analítico (%) de cada muestra, teniendo en cuenta que el error aceptable es igual o menor al 10%.

Efectuar un análisis de la composición isotópica de deuterio (2H), Oxígeno 18 (18O) y Tritio (3H) en agua lluvia, cuerpos de agua superficial (ríos, lagos) y de los acuíferos en muestras representativas espacial y temporalmente. Con base en los resultados se deberán 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 para Colombia y determinar la edad promedio de las muestras.

* Evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, para el área de influencia del componente hidrogeológico del proyecto. Dicho análisis debe ser desarrollado empleando cualquiera de los métodos expuestos en el documento "Propuesta Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca de los Acuíferos a la Contaminación" de MINAMBIENTE. Los resultados obtenidos en este análisis deben utilizarse como insumo para efectuar la zonificación de manejo ambiental de las actividades que pueden afectar los acuíferos y las medidas de manejo ambiental específicas a que haya lugar. Para ello se deben identificar las fuentes potenciales de contaminación que puedan derivarse del proyecto, obra o actividad.
* Incluir información regional de otros usuarios y/o proyectos, con base en la información disponible en el Sistema de Información del Recurso Hídrico SIRH.
* Modelo hidrogeológico conceptual. Con base en el análisis e integración de la información anterior, debe definirse un modelo hidrogeológico conceptual de los acuíferos presentes, que incluya el reservorio geotérmico y los siguientes aspectos: delimitación de las zonas de recarga, tránsito y descarga; direcciones de flujo; conexiones hidráulicas entre las diferentes unidades acuíferas y con las fuentes superficiales; características hidrogeoquímicas e isotópicas, características hidráulicas, gradientes térmicos y definición de zonas con potencial de aprovechamiento. La caracterización hidrogeológica de las unidades presentes debe realizarse conforme a la Leyenda Hidrogeológica Internacional, o a las convenciones adoptadas por el Servicio Geológico Colombiano. Se debe presentar un bloque diagrama que represente tridimensionalmente el sistema.

Se deberán identificar efectos potenciales que el uso de los recursos geotérmicos pueda tener sobre los acuíferos aprovechables, por ejemplo, conexión hidráulica, contaminación, etc.

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

## **Geotecnia**

Se debe realizar la zonificación y cartografía geotécnica con base en la información geológica, edafológica, geomorfológica, hidrogeológica, hidrológica, meteorológica y de amenaza sísmica. En caso de requerirse información específica sobre estabilidad, se deben realizar sondeos para la toma de muestras y su correspondiente análisis de laboratorio en cuanto a: granulometría, conductividad hidráulica del suelo, capacidad portante y humedad, entre otros.

La información se debe presentar en mapas a escala 1:25.000 o más detallada. En todo caso para procesos de inestabilidad relevantes, se debe utilizar una escala más detallada de 1:25.000 a través de la cual se permita la adecuada lectura de la información.

Se debe realizar la descripción geotécnica del área en donde se ubicará el proyecto y evaluar la presencia de depósitos sin consolidación o coberturas de suelos, cuyo comportamiento geotécnico sea importante en la estabilidad de las laderas y taludes. Dicha descripción debe ser ilustrada en un mapa a escala 1:25.000 o más detallada.

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.

## **Atmósfera**

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

En concordancia con lo anterior, se debe efectuar una caracterización del área de estudio que permita identificar las actividades principales que generan descargas de contaminantes a la atmósfera, medir niveles de inmisión y realizar un levantamiento de información meteorológica de la región y área del proyecto.

## **Meteorología**

Identificación, zonificación y descripción de las condiciones meteorológicas medias y extremas mensuales multianuales del área, con base en la información de las estaciones meteorológicas del IDEAM u otras entidades públicas existentes en la región y representativas en la zona de estudio, analizando como mínimo 5 años de información meteorológica. Los parámetros mínimos de análisis, son los siguientes:

Temperatura superficial: promedio, mínimo y máximo de temperatura registrada diaria, mensual y anual.

Presión atmosférica promedio mensual (mb).

Precipitación: media diaria, mensual y anual, y su distribución en el espacio.

* + Identificación de época seca y húmeda a través de histogramas de temperatura vs precipitación.

Humedad relativa: promedio, mínimo y máximo registrada diaria, mensual y anual.

Dirección y Velocidad del Viento.

Rosas de viento diurna y nocturna.

Variaciones mensuales de las rosas de vientos.

Radiación solar: media diaria, mensual y anual.

Nubosidad: media diaria, mensual y anual.

El análisis debe presentarse en un informe que incorpore los datos de cada parámetro y sus respectivas unidades, así como la caracterización estadística básica de las series de tiempo tratadas para cada parámetro meteorológico, identificando el método adoptado para descarte de datos anómalos y verificación de consistencia de las series. 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 u otras entidades públicas en el área, ésta 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. Estos datos deben reportarse en formato de texto de fácil manipulación y visualización.

## **Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas**

Deberá caracterizar las fuentes de emisión con base en un inventario de emisiones atmosféricas de la zona. Sin embargo, en el caso, que no se encuentre disponible para el público, un inventario de emisiones formal por parte de las Autoridades Competentes o entidades de reconocida idoneidad científica, el usuario podrá prescindir del levantamiento de un inventario de emisiones de fuentes fijas, demostrando mediante comunicado de la autoridad competente que no existe inventario para la zona de interés.

No obstante, se deberá como mínimo identificar y georreferenciar:

* Las fuentes fijas de emisión atmosférica existentes en el área de estudio: dispersas de área y puntuales.
* Los trazados de las fuentes móviles con sus respectivos aforos.
* Las fuentes de emisión atmosférica naturales relevantes (volcanes, desiertos, etc.)
* Potenciales receptores de interés, ubicados en asentamientos humanos (viviendas, e infraestructura social, económica, cultural y/o recreativa) y de los ecosistemas estratégicos que puedan ser afectados en las fases del proyecto, (zonas de actividades pecuarias, áreas con especial presencia de fauna silvestre como Áreas Importantes para la Conservación de las Aves – AICAS, entre otras) para cada alternativa.
* La identificación de fuentes debe contener como mínimo, el tipo de fuente identificada y la actividad económica asociada.
* Fuentes móviles, en caso de no contar con inventarios de emisiones de las Autoridades competentes, deberá realizar el o los respectivos aforos vehiculares para identificar las fuentes móviles que transitan por las vías del proyecto o por las que se encuentren en su área de influencia. El aforo deberá tener en cuenta los siguientes lineamientos:
* Levantar la información de la flota vehicular durante un período, de como mínimo, veinticuatro (24) horas continuas, en día hábil y festivo, incluyendo franjas de tiempo de mayor y menor flujo.
* Realizar y reportar la identificación y características del punto de aforo considerando, como mínimo; ancho de calzada, número de carriles, material de rodadura de la vía y pendiente.
* Clasificar los vehículos por peso y tipo de combustible.

Esta información deberá ser procesada mediante 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.

## **Monitoreo de Calidad del aire**

Se deben presentar resultados y análisis de la información, concerniente a estudios realizados o soportados sobre la calidad del aire en el área de influencia del componente atmosférico. Dichos estudios deberán demostrar representatividad espacial sobre la zona de interés, incorporando la dinámica de dispersión de contaminantes por las condiciones meteorológicas de la zona.

En caso de no existir información suficiente, vigente y de calidad apropiada, el solicitante debe realizar la línea base, justificando el diseño del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire – SVCA, teniendo en cuenta las particularidades del proyecto, las fuentes de emisión emplazadas en el área de influencia del componente y los receptores identificados.

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, incluyendo monitoreo en época seca y húmeda con mediciones 24 horas, hasta completar como mínimo 18 muestras en cada estación. Si al analizar los resultados de las primeras 15 muestras se 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. Se debe instalar como mínimo una estación meteorológica portátil tipo I durante el periodo de monitoreo y mínimo tres estaciones de monitoreo por contaminante (El número de estaciones debe garantizar la cobertura espacial de las mediciones sobre el área de influencia del componente del proyecto). La ubicación de estaciones debe considerar: una estación de fondo, una estación vientos arriba y una estación de propósito específico vientos abajo. En caso de haber presencia de asentamientos humanos dentro del área de influencia del componente atmosférico, se deberá ubicar estación o estaciones adicionales en aquellas que se puedan encontrar bajo la influencia de la actividad industrial proyectada. Los contaminantes a monitorear son material particulado y gases (PM10, SO2, NOx, CO, CO2, H2S y NH3).

Deberá incorporar el respectivo análisis del cálculo de Índices de Calidad del Aire para PM10 ySO2.

La medición de la calidad del aire debe ser realizada por laboratorios acreditados por el IDEAM, para los parámetros analizados y para el procedimiento que realizan: la toma de muestras y/o los análisis de laboratorio respectivos 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 del proyecto.

## **Ruido y vibración**

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 como fijas, de área y los trazados de operación de las fuentes móviles con sus respectivos aforos.
* Potenciales receptores de interés en asentamientos (humanos, viviendas, infraestructura social, económica, cultural y/o recreativa) y ecosistemas estratégicos que puedan ser impactados por el proyecto, obra o actividad.

**5.1.8.6.2 Metodología de monitoreo de ruido**

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 constituya 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 de este Ministerio.

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 de ruido**

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 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 caso 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 el caso, se debe proponer medidas de mitigación del impacto por ruido.

Se debe presentar el detalle técnico específico de las medidas técnicas de mitigación propuestas por la empresa, en el caso de presentarse la superación de los niveles permisibles por la normatividad vigente en materia de 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 del proyecto, obra o actividad. 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 el proyecto, obra o actividad pueden estar generando daños en las edificaciones y/o molestias de confort de la población de acuerdo a lo establecido con los estándares internacionales.

## **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.

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, Capitulo 9, Titulo 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 “*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).

### **Ecosistemas**

A partir de la metodología planteada en el documento *“Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia”[[72]](#footnote-18)* (2007) o versiones oficiales posteriores, se debe construir el mapa respectivo para el proyecto a escala 1:25.000 o más detallada, 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. En el mapa de ecosistemas se debe incluir la ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo o monitoreo para cada componente o grupo de componentes.

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[[73]](#footnote-19)) o versiones oficiales posteriores.

### **Ecosistemas terrestres**

* **Flora y fauna**

Para los componentes de flora y fauna se debe:

1. A partir de información secundaria, listar las especies de flora y fauna potencialmente presentes en el área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta su distribución latitudinal y altitudinal, incluyendo un reporte de las especies endémicas a nivel nacional y/o regional; las que se encuentren en alguna categoría de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y según la Resolución 1912 de 2017 “*por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional*” o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue; las citadas en los libros rojos; y las que hagan parte de los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).
2. En el caso de identificar durante los muestreos la presencia de especies endémicas, en veda a nivel nacional o regional, o en categorías de amenaza, se deben presentar las coordenadas respectivas.
3. En el caso de identificar durante los muestreos la presencia de especies endémicas, en veda a nivel nacional o regional, o en categorías de amenaza, se deben presentar las coordenadas respectivas.
4. Caracterizar cada una de las coberturas vegetales existentes en el área de influencia del proyecto.
5. Realizar una caracterización de cada grupo biótico por separado, por unidad de cobertura y con la georreferenciación de los sitios de muestreo; a partir de información primaria, presentando resultados discriminados tanto por sitio de muestreo y cobertura como agrupados para toda el área del proyecto.
6. Presentar un mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo, a escala de trabajo o captura 1:25.000 y de presentación 1:50.000 o más detallada.
7. Describir los métodos, técnicas, periodicidad y efectividad de los muestreos realizados.
8. Identificar las especies caracterizadas a nivel de especie o, en su defecto, al nivel taxonómico más detallado posible, indicando la toponimia vernacular o nombre común con el que se identifican en la región. Incluir registros fotográficos.
9. Determinar índices de biodiversidad por separado para la flora y la fauna, entre los cuales se han de incluir, como mínimo, índices de abundancia, de riqueza y de rareza, de acuerdo con lo establecido en el “Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de la biodiversidad” (Capitulo 7)[[74]](#footnote-20) o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.
10. Identificar los hábitats y las coberturas vegetales de mayor representatividad para las especies de flora y de fauna.
11. Especificar las especies de importancia económica, ecológica y/o cultural del área de influencia del proyecto, precisando el tipo de fuente de donde se obtuvo la información (entrevistas, talleres, literatura científica, etc.).
12. Describir los principales usos dados por las comunidades a las especies de mayor importancia.
13. Identificar las potenciales presiones existentes sobre la flora y la fauna.
14. Reportar ante 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.

Anexar los formularios de recolección de información (planillas de campo) para la caracterización de la flora y la fauna

* Requerimientos adicionales para flora

Los muestreos que se lleven a cabo para la caracterización florística deben efectuarse a partir del levantamiento de parcelas y ser estadísticamente representativos en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema, con una probabilidad del 95% y error de muestreo no mayor del 15%.

Se debe especificar el tipo de muestreo realizado, incluyendo el número y tamaño de las parcelas de muestreo. Asimismo, se deben presentar los cálculos para la determinación del tamaño de la muestra para las unidades de cobertura caracterizadas.

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:

1. Estado sucesional.
2. Grado de sociabilidad y estructura espacial.
3. Abundancia, dominancia y frecuencia.
4. Índice de Valor de Importancia - IVI.
5. Densidad y distribución por clase diamétrica y altimétrica de las diferentes especies encontradas.
6. Diagnóstico y análisis de la regeneración natural (dinámica sucesional para brinzales y latizales).
7. Perfiles de vegetación por unidad de cobertura vegetal, con su respectivo análisis.
8. 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.

En caso que se registren especies endémicas y categorías más altas de amenaza exclusivamente en la región, se debe plantear y establecer medidas de manejo puntuales para estas.

* Análisis de fragmentación y Conectividad[[75]](#footnote-21)

Para cada fragmento de ecosistema natural y vegetación secundaria debe establecerse su tamaño y el índice de contexto paisajístico; este último se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural y vegetación secundaria con otros fragmentos de las mismas características. Para su cálculo puede emplearse la Ecuación 1 presentada a continuación, teniendo como referencia un buffer entre 625 y 500 m alrededor del fragmento, sin que esto límite el uso de otras métricas de parche (p. e. distancia euclidiana al vecino más cercano) y/o métricas de clase (p. e. área total, número de parches, distancia de borde, radio de giro, índice de forma, índice de dimensión fractal). Los valores de conectividad oscilan entre 0 y 1 (los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico).

Ecuación 1:

CP = AN / ATB

CP = contexto paisajístico.

AN = área natural dentro del *buffer*.

ATB = área total del *buffer*.

* Requerimientos adicionales para fauna

Se debe caracterizar la composición de los principales grupos de fauna de los ecosistemas presentes en el área de influencia de los componentes del medio biótico (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), y describir sus relaciones funcionales con el ambiente. Para ello, se debe:

1. Con información disponible para las especies amenazadas registradas, señalar las áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación, anidación y zonas de paso de las especies migratorias.
2. Con información disponible describir las relaciones ecológicas entre las especies.
3. Identificar y mapificar las posibles rutas de desplazamiento de los principales grupos de fauna reportados en el EIA.
4. En caso que se registren especies endémicas y categorías más altas de amenaza exclusivamente en la región, Se debe plantear y establecer medidas de manejo puntuales para estas.

### **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 del componente, se deben caracterizar las comunidades hidrobiológicas a partir de muestreos de perifiton, bentos y fauna íctica en sistemas lóticos y lénticos, y adicionalmente muestreos de plancton y macrófitas en sistemas lénticos. Con base en las familias, géneros, especies o grupos de organismos característicos y sus características (v. g. densidad, abundancia, cobertura o extensión, dominancia, biomasa, aspectos fisicoquímicos, entre otros), se deben analizar sus diferentes hábitats, la distribución espacial y temporal (para época de lluvias y época seca) y las interrelaciones con otros ecosistemas, empleando las herramientas estadísticas e índices ecológicos adecuados. Asimismo, se deben analizar estas comunidades como indicadores de calidad biológica del agua a partir de la correlación de los datos fisicoquímicos registrados en los muestreos.

Los muestreos para la caracterización deben considerar al menos dos (2) periodos climáticos (época seca y época de lluvias), con especial énfasis en las corrientes que serían objeto de intervención por el proyecto (ocupaciones de cauce, vertimientos y captaciones). En caso de existir estudios realizados con anterioridad en los ecosistemas acuáticos presentes en el área de influencia de los componentes del medio biótico, se deben efectuar análisis multitemporales.

Los sitios de muestreo deben corresponder con los sitios donde se realizó la caracterización fisicoquímica del agua, y deben georreferenciarse y justificar su representatividad (diseño estadístico) en cuanto a número de puntos de muestreo, la cobertura espacial y temporal (en relación con los sitios a intervenir por el proyecto y las actividades asociadas). Se debe presentar la cartografía de los puntos de monitoreo a para los sectores objeto de muestreos de las comunidades hidrobiológicas.

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, y la distribución de sus hábitats para diferentes etapas de su ciclo de vida, considerando diferentes escalas de análisis: tramo fluvial, subcuenta, cuenca y macro cuenca
* 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- según aplique
* Se debe evaluar que hábitats son necesarios para el ciclo de vida de especies migratorias y hasta donde dependen de la conectividad de la red hídrica y de componentes del ciclo hidrológico

### **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 que pertenezcan al Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP, según lo dispuesto por el Decreto 1076 de 2015.
* Otras categorías de protección y manejo de los recursos naturales renovables reguladas por la [Ley 2ª de 1959](file:///E:\Perfil_CCarabaly\Downloads\LEY%200002%20DE%201959.rtf), el [Decreto-Ley 2811 de 1974](file:///E:\Perfil_CCarabaly\Downloads\DECRETO%202811%20DE%201974.docx), o por la Ley 99 de 1993 y sus reglamentos, así como otros instrumentos de ordenamiento/planificación, que no pertenezcan al Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP.
* Ecosistemas estratégicos identificados a nivel local, regional, nacional y/o internacional (p.e. bosque seco Tropical, humedales, páramos, manglares, ciénagas, humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención RAMSAR). Se debe tener en cuenta los Planes de Ordenamiento Territorial respectivos (PBOT, EOT, POT).
* Áreas consideradas como prioridades de conservación que se encuentren en proceso de declaración para integrar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas o para ser reconocidas como estrategias complementarías para la conservación de la diversidad biológica, como los Sitios Ramsar, Reservas de Biósfera, AICAS y Patrimonio de la Humanidad.

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*”, o de aquella que la modifique, sustituya o derogue. En todo caso, la licencia ambiental no podrá 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 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, Titulo 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.

## **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.

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 mismos, 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 (corregimientos, veredas, sectores de vereda, inspecciones de policía, u otras unidades reconocidas administrativa o socialmente), se debe acudir primordialmente a fuentes de información primaria.

En el caso del municipio, cuando este no sea considerado como unidad territorial de análisis, sino que se requiere información a manera de contextualización regional, se puede contar con información secundaria. Cuando el municipio en su totalidad sea considerado como unidad territorial de análisis, su caracterización socioeconómica se debe presentar con el nivel de detalle requerido, con base en fuentes de información secundaria, o primaria cuando el nivel municipal potencialmente afectado no cuente con la información pertinente.

Los métodos, herramientas y técnicas de recopilación de información deben estar debidamente referenciados y soportados dentro del EIA.

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[[76]](#footnote-22).

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

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 competente.

La Base de Datos Geográfica 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.

### **Participación y socialización con las comunidades[[77]](#footnote-23)**

Estos lineamientos hacen referencia al desarrollo del proceso de socialización de la información del EIA elaborado con el objeto de realizar el trámite de licenciamiento ambiental para el desarrollo y la ejecución de un proyecto, obra o actividad ante una autoridad ambiental competente.

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, este proceso se debe realizar con la comunidad en general, las diferentes organizaciones sociales e instituciones presentes en el área de influencia del medio socioeconómico, y aquellas personas que por el tipo de intervención y/o participación, puedan verse afectadas o ver afectadas sus actividades por el desarrollo del proyecto.

Igualmente, se debe incluir en el proceso a los propietarios y/o habitantes 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.

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 presente información y se reciba retroalimentación sobre 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 geotérmicos, diferenciando claramente entre la exploración y explotación, 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 fases. Asimismo, se debe promover que los participantes identifiquen otros impactos y medidas de manejo no contemplados en el EIA, e incluirlos en la evaluación de impactos y en el Plan de Manejo Ambiental si el solicitante lo considera pertinente.

1. 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 (preferiblemente) 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 a los 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.

### **Componente demográfico**

Para los municipios, en el EIA se debe presentar:

* **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 fenómenos migratorios; 3) estructura de la población por edad y sexo, distribución entre las áreas rural y urbana y su densidad; 4) Índices que refieran situación de pobreza de la población (Necesidades Básicas Insatisfechas -NBI-, Índice de Pobreza Multidimensional, Índice de Calidad de vida, entre otros).

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:

* Grupos poblacionales (étnicos, colonos, campesinos, entre otros).
* Dinámica de poblamiento, la cual, debe establecer, de considerarse relevante, procesos específicos de las unidades territoriales, que no se hayan 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).
* Presencia de población en proceso de retorno, o que haya retornado a los lugares de los que fue desplazada de manera forzosa (de acuerdo con información secundaria de las alcaldías locales o información disponible).
* Patrones de asentamiento (nuclear o disperso), número de viviendas.
* Población migrante en relación con la existencia de otros proyectos en el área de influencia.

Indicar las instituciones que acompañan procesos de retorno y reparación integral a la población víctima.

### **Componente espacial**

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 identificar las relaciones funcionales[[78]](#footnote-24) entre las distintas unidades territoriales, para acceder a los servicios públicos y sociales.

Se debe 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).

### **Componente económico**

Con el objeto de elaborar un panorama general sobre la dinámica económica, se debe identificar el tipo de actividades presentes en el municipio, en términos de su funcionalidad económica 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.
* 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.
* Actividades económicas que puedan verse afectadas por este tipo de proyectos: pesca, barequeo, minería, turismo, etc.
* 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 identificar, describir y analizar:

* Estructura de la propiedad (micro, minifundio, pequeña, mediana y gran propiedad[[79]](#footnote-25)) y formas de tenencia (, comunitaria, propiedad privada, arrendamiento, aparcería, tierras colectivas, reservas campesinas, desarrollo empresarial, ZIDRES, entre otras, sin limitarse a las coordenadas puntuales donde se desarrollarían las obras; es decir, considerando las áreas hasta donde se manifestarían los impactos ambientales a generarse por el proyecto).
* Procesos productivos y tecnológicos.
* Empresas productivas en los sectores primario, secundario y terciario.
* Áreas, número de predios y volúmenes aproximados de producción delas tres (3) actividades económicas principales.
* Infraestructura relacionada con las actividades económicas existentes (centros nucleados de influencia para comercialización).
* 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.
* 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.

### **Componente cultural**

### **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 y analizar 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.

### **Comunidades étnicas**

Cuando las entidades competentes certifiquen la presencia de comunidades étnicas en el área del proyecto, que puedan ser afectadas por el desarrollo de las actividades del mismo, en cumplimiento del artículo 76 de la Ley 99 de 1993, y de lo establecido en la Ley 21 de 1991, en la Ley 70 de 1993, en el Decreto 1066 de 2015, en las Directivas Presidenciales 001 de 2010 y 10 de 2013 y en las demás normas aplicables en la materia y/o aquellas que las modifiquen, sustituyan o deroguen, la caracterización de dichas comunidades debe estar referida a los aspectos que a continuación se relacionan:

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 resultados de la Consulta Previa relacionados con los aspectos ambientales (impactos, medidas de manejo, zonificación, entre otros) deben ser incorporados al Estudio de Impacto Ambiental que el titular del proyecto deberá presentar a la Autoridad Ambiental.

### **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.

### **Componente político-organizativo**

### **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 las relaciones de poder, para identificar los intereses y demandas de los entes territoriales y la comunidad.

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

Se deben identificar:

* Las instituciones públicas existentes en el municipio, describiendo 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, Juntas de Acción Comunal (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 entre otros:
* Tiempo de permanencia en la zona.
* Temas de interés o trabajo.
* Programas o proyectos ejecutados o en ejecución y 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 a nivel gubernamental (p.e. acuerdos de paz), así como 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.

### **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 estos 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.

### **Información sobre población a reasentar[[80]](#footnote-26)**[[81]](#footnote-27)

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:

* Realizar el censo de las unidades sociales a reasentar y establecer por cada unidad social, características socioeconómicas y de las personas que la integran.
* De cada unidad social se debe analizar:
* Tipo de unidad social (residente, productiva, mixta)[[82]](#footnote-28).
* Permanencia o tiempo vivido en el predio y en el área y situaciones anteriores de desplazamiento, de ser el caso.
* 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.
* 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.
* 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.
* Identificar 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, las 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, 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.

## **PAISAJE**

Se debe presentar como mínimo la siguiente información:

* Unidades de paisaje local (escala 1:25.000 o más detallada) y su interacción con el proyecto.
* Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona.
* Análisis de la visibilidad y calidad paisajística.
* Sitios de interés paisajístico (funcionales, no funcionales, productivos, no productivos).
* Percepción y valoración del paisaje, elementos, componentes y calidad, por parte de las comunidades vecinas, entidades, instituciones y actores encargados de planificar y ordenar el territorio.
* Identificación de grupos con interés y uso sobre el paisaje.
* Programas, proyectos, planes y similares de ordenamiento territorial y/o política pública con proyección de uso, gestión, disfrute y/o protección del paisaje.

Las unidades de paisaje local (escala 1:25.000 o más detallada) se pueden establecer a través de sensores remotos como imágenes de satélite, radar o fotografías aéreas, entre otra información de utilidad.

## **SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

Con el fin de complementar la caracterización del área de influencia (que incluye las áreas de influencia definidas para cada medio), 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 acuacultura |  |  |  |  | |  | |
| 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 |  |  |  |  | |  | |
| Salinidad/alcalinidad/  acidez del suelo |  |  |  |  | |  | |
| Otro servicio identificado (especificar) |  |  |  |  | |  | |
| **Culturales** | 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 acápites preliminares.

# **ZONIFICACIÓN AMBIENTAL[[83]](#footnote-29)**

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.

Se debe tener en cuenta la zonificación ambiental presentada, evaluada y aprobada por la autoridad ambiental para el proyecto de exploración geotérmica que antecede al de explotación.

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:

* Áreas de especial importancia ecológica, tales como áreas naturales protegidas, reservas de la sociedad civil, distritos de manejo integrado, ecosistemas sensibles, rondas hidrográficas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas (en peligro, en peligro crítico y vulnerables) de acuerdo con la Resolución 1912 de 2017 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.
* Áreas de reglamentación especial y áreas destinadas a usos específicos, en el marco de instrumentos de planificación y administración del recurso hídrico tales como POMCA, PORH y POMIUAC.
* Áreas de recuperación ambiental tales como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas.
* Áreas de riesgo tales como áreas susceptibles a deslizamientos e inundaciones.
* 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 ante la autoridad ambiental los mapas de zonificación intermedios 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 según los anteriores aspectos.

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

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 y las escalas de calificación correspondientes.
* 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 uno de ellos (abiótico, biótico y 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 intermedios, como para la zonificación ambiental final, y su porcentaje de participación con relación al área de influencia del proyecto.
* Tanto la zonificación ambiental de cada medio, como la zonificación ambiental final, deben cartografiarse a escala 1:25.000 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.

# **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 del mismo.

Se debe informar acerca de las diferentes etapas de los proyectos geotérmicos, diferenciando claramente entre las fases de exploración y explotación, aclarando, en los casos en que aplique, los permisos que se mantendrían vigentes del proyecto de exploración geotérmica para la explotación o uso.

Para efectos de lo anterior, se debe presentar la información resumida en una tabla, detallando tipo de permiso, acto administrativo que lo otorgó (número y fecha), y descripción en síntesis del mismo en donde se aclare el uso que dicho permiso tuvo durante la licencia de exploración geotérmica.

De igual forma y en caso de que aplique, se deben relacionar, describir y cartografiar los permisos de uso y aprovechamiento de recursos naturales que se encuentren vigentes, obtenidos ante la autoridad ambiental regional o local, para la ejecución de actividades a desarrollar en el área del proyecto objeto de la solicitud de licencia ambiental.

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 Producción más Limpia y Consumo Sostenible, se deben presentar programas de ahorro y uso eficiente del agua para las concesiones solicitadas, y para el uso eficiente de la energía.

De acuerdo con la Ley 373 de 1997, “por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”, la Ley 697 del 2001 “Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones” y la Política de Producción más Limpia y Consumo Sostenible, se deben presentar programas 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.

## **AGUAS SUPERFICIALES**

## **Captación de aguas superficiales**

Cuando se requiera la captación de aguas superficiales, se debe dar cumplimiento al Capítulo 2, Titulo 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 2006 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 las diferentes fases del proyecto, expresado en las mismas unidades, discriminando el tipo de uso (doméstico, no doméstico).
* Caudal ambiental expresado en litros por segundo, estimado para cada una los puntos susceptibles de intervención por captación superficial, para ello se deberá implementar una metodología o conjunto de metodologías técnicamente validos que consideren y evalúen integralmente la alteración del régimen hidrológico natural (magnitud, duración, frecuencia, momento de ocurrencia, tasa de cambio), la calidad del agua, los usos y usuarios actuales y prospectivos y la funcionalidad y servicios provistos por los ecosistemas dulceacuícolas y conexos.
* La estimación del caudal ambiental por este método debe hacerse a nivel mensual[[84]](#footnote-30).
* 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 y usos 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 identificados en el inventario de usuarios efectuado y de aquellos 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).
* Análisis del Índice de Uso de Agua - IUA, el Índice de Vulnerabilidad Hídrica - IVH y el Índice de Retención y Regulación Hídrica - IRH, según la metodología prevista en el Estudio Nacional del Agua más reciente.
* Diseño de la infraestructura y sistemas de captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución y medición.
* 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.

## **AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Cuando se requiera la exploración y/o captación de aguas subterráneas, se debe dar cumplimiento al Capítulo 2, Titulo 3, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 o a aquel que lo modifique, sustituya o derogue, y emplear el Formato Único Nacional para Permiso de Exploración y/o el Permiso de Concesión de Aguas Subterráneas definido en la Resolución 2202 de 2005 o en aquella que la modifique, sustituya o derogue.

Con el fin de conocer la caracterización hidrogeológica del área y realizar el análisis de los posibles conflictos por la disponibilidad y usos del recurso, se debe:

* Identificar y caracterizar las unidades hidrogeológicas presentes incluyendo la información relacionada con el espesor, litología, características hidráulicas, niveles piezométricos, estimación de la dirección de flujo e identificación de zonas de recarga, tránsito y descarga.
* Realizar el inventario de los puntos de agua subterránea, que incluya pozos, aljibes y manantiales, cada punto debe presentar como mínimo la identificación, georreferenciación, nivel piezométrico, profundidad, unidad acuífera captada, caudales y tiempos de explotación, usos y, número de usuarios, anexando el Formulario Único Nacional de Inventario de Aguas Subterráneas diligenciado para cada punto de aguas subterráneas.

## **Para la exploración de las 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 (de los) pozo(s) exploratorio(s), 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 como mínimo la siguiente información:

* Evaluación de los requerimientos de agua en términos de volumen, caudal y régimen de explotación.
* Localización georreferenciada del (de 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.
* Diseño(s) del (de los) pozo(s) exploratorio(s) perforado(s), descripción de la infraestructura instalada, profundidad y método de perforación.
* Registro geofísico del pozo en donde se realizaron los estudios, aportando tanto los datos de campo como los perfiles Gamma Ray, potencial espontáneo y resistividad onda larga y corta con su correspondiente escala horizontal y vertical (profundidad). Debe aportarse la resistividad del lodo de la perforación.
* 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 (espesor, composición, permeabilidad, almacenaje y rendimiento real del pozo si fuere productivo) de todos los pozos perforados, tengan o no agua.
* Resultados e interpretación de la prueba de bombeo.
* Reporte del inventario de manantiales, aljibes, puntos de agua y pozos profundos existentes en la zona de abatimiento de cada pozo de suministro de agua a utilizar, e identificación de usuarios que puedan verse afectados en el aprovechamiento.
* Análisis físico-químico y bacteriológico del agua, incluyendo los parámetros de calidad de acuerdo con la destinación de uso (Libro 2, Parte 2, Titulo 2, Capítulo 3, Sección 1 del Decreto 1076 de 2015, o las normas que lo modifiquen, sustituyan o deroguen). 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 (de los) pozo(s).
* Medidas de protección del (de los) pozo(s) incluyendo sello sanitario, aislamiento, encerramiento y manejo de aguas lluvias.
* Cronograma de mantenimiento.
* Diagnóstico sanitario de acuerdo a lo establecido en el Formulario Único Nacional de Inventario de Puntos de Aguas Subterráneas - FUNIAS para el área de influencia del (de los) pozo(s).
* 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.

## **VERTIMIENTOS**

Cuando el solicitante pretenda realizar vertimientos debe acogerse a lo establecido en el Capítulo 3, Titulo 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.), y presentar la siguiente información:

* Caracterización de las actividades generadoras de las aguas residuales.
* 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 y no domésticas), caracterización físico-química típica de referencia del agua que se pretende verter antes y después del tratamiento.
* Caudal ambiental expresado en litros por segundo, estimado para cada una los puntos susceptibles de intervención por vertimiento sobre corrientes hídricas superficiales, para ello se deberá implementar una metodología o conjunto de metodologías técnicamente validos que consideren y evalúen integralmente la alteración del régimen hidrológico natural (magnitud, duración, frecuencia, momento de ocurrencia, tasa de cambio), la calidad del agua, los usos y usuarios actuales y prospectivos y la funcionalidad y servicios provistos por los ecosistemas dulceacuícolas y conexos. La estimación del caudal ambiental por este método debe hacerse a nivel mensual[[85]](#footnote-31).
* 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 manejo del riesgo de vertimientos (Resolución 1514 de 2012), para el sistema de tratamiento de aguas residuales en situaciones de suspensión temporal, falla o mantenimiento rutinario, así como en caso de eventos no planeados, suspensiones temporales o fallas entre otros.

## **Para vertimientos en cuerpos de agua superficiales**

Cuando el solicitante pretenda realizar vertimientos en cuerpos de agua superficiales, 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 de condiciones mínimas, los cuales deben ser consistentes con el estudio hidrológico presentado en la caracterización ambiental, considerando variabilidad climática y escenarios de cambio climático.

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[[86]](#footnote-32):

* 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. Este estudio debe realizarse 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.
* Modelo de tiempos de viaje, debidamente calibrado a partir 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 deberá 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.

Con la información hidráulica obtenida, se debe reportar la longitud de mezcla en cada sitio de medición, estimada a partir de ecuaciones empíricas (p. e. Dingman, 2002; Kilpatrick y Wilson, 1989; Thomann y Mueller, 1987; Fischer et al, 1979; Day, 1977; Yotsukura y Cobb, 1972), así como la simulación de los modelos de zona de mezcla (p. e. CORMIX, Visual Plumes, tubos de corriente, dinámica de fluidos computacional), considerando diferentes condiciones de localización de la descarga (p. e. central y lateral).

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[[87]](#footnote-33).

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 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.
* Presentación como mínimo de los siguientes escenarios de modelación:
* 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.
* Comparación de los resultados de todos los escenarios de modelación, entre sí y con respecto a los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico establecidos por la autoridad ambiental regional 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 Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH.

Para la toma de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

* Para cuerpos lóticos:
* La toma de muestras se debe realizar siguiendo la misma masa de agua, de aguas arriba hacia aguas abajo, incluyendo los afluentes y vertimientos en el orden que confluyen en la corriente principal, para lo cual se deberá 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 cuerpos lénticos:
* Para la caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica (fitoplancton y zooplancton), 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.
* 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 deberá estimar la profundidad de la zona fótica y reportar las profundidades de toma de las muestras en la zona fótica y afótica.

En estos análisis se debe tener en cuenta lo dispuesto en los instrumentos de planificación y administración del recurso hídrico, en especial lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH y los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV, en caso de existir.

## **Para vertimientos en suelos**

Conforme a lo establecido en el Decreto 50 del 16 de enero del 2018, por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 del 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en relación con los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuencas (CARMAC), EL Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones, se debe considerar toda la información relacionada con el Suelo, por tanto se deben considerar las siguientes prohibiciones, algunas de las cuales son específicas al suelo:

1. En las cabeceras de las fuentes de agua
2. En acuíferos
3. En los cuerpos de agua o aguas costeras, destinadas para recreación y usos afines que impliquen contacto primerio que no permita el cumplimiento del criterio de calidad para este uso.
4. En un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable, en extensión que determinará, en cada caso, la autoridad ambiental competente.
5. En cuerpos de agua que la autoridad ambiental competente declare total o parcialmente protegidos, de acuerdo con los artículos 70 y 137 del decreto 2811 de 1974.
6. En calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillado para aguas lluvias, cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación.
7. No tratados provenientes de embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre, en aguas superficiales dulces y marinas.
8. Sin tratar, provenientes del lavado de vehículos aéreos y terrestres, del lavado de aplicadores manuales y aéreos, de recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos y otras sustancias tóxicas.
9. Que alteren las características existentes en un cuerpo de agua que lo hacen apto para todos los usos determinados en el artículo 2.2.3.3.2.1 (Usos del agua) del presente decreto.
10. Que ocasionen altos riesgos para la salud o para los recursos hidrobiológicos.
11. Al suelo que contengan contaminantes orgánicos persistentes de los que trata el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.
12. Al suelo, en zonas de extrema a alta vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos, determinada a partir de la información disponible y con el uso de metodologías referenciadas.
13. Al suelo, en zonas de recarga alta de acuíferos que hayan sido identificadas por la autoridad ambiental competente con base en la metodología que para el efecto expida el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La solicitud de vertimiento debe ser precisa frente al tipo de vertimiento, agua residual doméstica o agua residual NO doméstica, cualquiera de ellas debe ser debidamente tratada antes de su disposición al suelo, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá los límites de vertimientos conforme a lo establecido en el artículo 2.2.3.3.4.7 del Decreto 1076 del 2015.

Para vertimiento de aguas residuales domésticas tratadas se debe contar con la siguiente información:

1. Infiltración
2. Sistema de disposición de vertimientos
3. Área de disposición del vertimiento
4. Plan de cierre y abandono del área de disposición del vertimiento.

Para vertimiento de aguas residuales NO domésticas tratadas se debe contar con la siguiente información:

1. Línea base del suelo
2. Línea base del agua subterránea
3. Sistema de disposición de los vertimientos
4. Área de disposición del vertimiento
5. Plan de monitoreo
6. Plan de cierre y abandono del área de disposición del vertimiento

En todo caso el área de disposición del vertimiento no puede ser considerada como parte del tratamiento del agua residual, por ejemplo el suelo no es unidad de tratamiento terciario, estas unidades obedecen a un diseño específico de remoción de nutrientes.

## **Gestión de fluidos geotérmicos a través de reinyección**

De acuerdo con las proyecciones del proyecto y la tecnología a implementar la gestión de los fluidos geotérmicos, provenientes del uso de fuentes geotérmicas, se podrá realizar a través de reinyección. Para lo cual se debe describir como mínimo la siguiente información:

* Caudal proyectado de aguas a inyectar
* Evaluación de la ubicación geográfica y posición estratigráfica geológica de los pozos para reinyección.
* Resultados de muestreos de la calidad fisicoquímica y microbiológica de los cuerpos de agua superficiales y/o subterráneos que sean usados por la comunidad como fuente de abastecimiento para consumo humano y/o doméstico, ubicados dentro de un radio de ochocientos metros (800 m) de cada pozo inyector, considerando muestreos aguas arriba y aguas abajo del pozo. Se deben presentar los criterios de selección de los sitios escogidos, en los que se deben incluir además de la cercanía a las actividades realizadas, las condiciones de interconexión de las unidades hidrogeológicas identificadas.

Los parámetros muestreados deben ser los establecidos en el numeral relacionado con la caracterización del componente hidrogeológico en el capítulo 5, de los presentes términos de referencia.

* Todos los muestreos deben efectuarse de tal manera que reflejen el comportamiento de los diferentes recursos bajo unas mismas condiciones climáticas; asimismo, tanto para lo toma de muestras como el análisis de parámetros, deberán realizarse a través de laboratorios acreditados por el IDEAM.
* Con base en la información anterior y de acuerdo a las mejores prácticas de la ingeniería, se deberá establecer la siguiente información:
  + Información sobre la formación receptora y generadora de los fluidos geotérmicos, el caudal, la temperatura y la presión de reinyección.
  + Realizar un análisis del riesgo por la posibilidad de migración de fluidos a otras formaciones diferentes a las sujetas a aprobación para reinyección.
  + El potencial riesgo de causar microsismicidad (sismicidad inducida) por presencia de fallas geológicas activas en el área y cualquier referente histórico de estos eventos en la región. Específicamente se debe explicar cómo se escogió, para la reinyección de fluidos geotérmicos, la formación para minimizar este riesgo y cómo se adaptará el proceso de reinyección para minimizar el aumento de presión.
* Control de temperatura del fluido a inyectar de tal manera que no se generen procesos de enfriamiento prematuro.

Nota: La anterior información deberá corresponder con los lineamientos técnicos establecidos en la regulación expedida por la autoridad competente y para la fiscalización de las actividades técnicas de uso de energía geotérmica.

# **REÚSO DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS**

En caso de proponer el reúso las aguas residuales tratadas derivadas de la actividad de explotación geotérmica, esté debe realizarse según lo establecido en la Resolución 1207 de 2014 o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue.

Adicionalmente, se debe proveer la descripción detallada de la infraestructura asociada al reúso y del proceso asociado, incluyendo el almacenamiento, trasiego, manejo, tratamiento y reúso de los residuos líquidos, desde que es generado, hasta que es reusado.

Así mismo se debe especificar:

• Actividad en la cual se propone hacer el reúso del fluido, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1207 de 2014 o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue.

* Ubicación de la infraestructura asociada al reúso.
* Volumen de agua estimada para el reúso.
* Descripción detallada de las facilidades de tratamiento para el reúso.
* Manejo de los residuos que se generan como producto del tratamiento del fluido recuperado para su reúso.
* Describir cómo el tratamiento del fluido recuperado conducirá a cumplir con los parámetros establecidos en la Resolución 1207 de 2014 o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, según el uso requerido.
* En el caso de reúso de las aguas de producción, se debe establecer la línea base de radiación de fondo (background) en superficie del área donde las aguas de producción se generan, acondicionan, recirculan, dirigen y se reúsan.

Esta información se podrá proveer en el PMA específico.

Se debe evaluar actividad radiológica del agua, para ello se debe determinar la radiactividad alfa y beta, en caso que se detecte en las aguas de producción presencia de MRONTA por encima de los niveles de dispensa contemplados por la Resolución 180005 de 2010 del Ministerio de Minas y Energía, o el que la modifique, sustituya o derogue, no se podrá reusar las aguas de producción y su disposición final se debe realizar según lo estipulado por esta resolución. Sin perjuicio de estipulación expresa del MME o el SGC, para su disposición final se debe asegurar que las aguas de producción con presencia de MRONTA han sido tratadas y/o procesadas de manera que la concentración de radiactividad no supere los 1,1 Bq/l de Ra-226 combinado con Ra-228 o 5,5 Bq/l de cualquier otro radionucleido.

## **OCUPACIONES DE CAUCES**

Cuando el proyecto requiera realizar ocupación 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 o secciones representativas, aguas arriba y aguas abajo en caso de tratarse de un tramo de cauce a intervenir. que cubra todo el cauce a intervenir, incluyendo la llanura inundable. Para el caso de cuerpos lénticos, se deberá levantar la batimetría correspondiente, obteniendo además las curvas nivel – volumen y nivel – área superficial.
* En el caso en que una obra intervenga directamente el cauce o que existan obras de protección permanentes, se debe, realizar el respectivo 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. Si la obra afecta significativamente el tránsito normal de la creciente con período de retorno de 15 años (sobreelevación del nivel mayor a 30 cm y/o aumento de la velocidad mayor a 0,5 m/s), la obra deberá ser diseñada para que discurran normalmente los caudales con 100 años de período de retorno.
* 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 como enrocados, para garantizar la estabilidad ambiental del cauce en el tramo analizado.
* En caso de existir obras de protección permanentes asociadas a la infraestructura proyectada, se debe presentar el análisis de dinámica fluvial anteriormente mencionado, para garantizar la estabilidad ambiental del cauce en el tramo analizado.
* Presentar los diseños de las obras a construir, la temporalidad y procedimientos constructivos, de acuerdo con el alcance de los términos de referencia del proyecto, obra o actividad.
* Para estructuras tales como viaductos, puentes, pontones y box coulvert, adicionalmente se debe presentar el diseño del tránsito hidráulico, mostrando adecuadamente los niveles que alcanzan los caudales diseñados, asociados con los respectivos periodos de retorno, el criterio mínimo de seguridad será que discurran, al menos, los caudales con período de 100 años. De igual manera presentar el diseño en etapa de factibilidad de los bordes libres y obras y/o medidas de protección adicionales, para garantizar la estabilidad ambiental del cauce en el tramo analizado.
* En cualquier caso, ninguna obra de protección debe estar localizada dentro del área necesaria para que el cauce natural transporte sin inconvenientes el caudal máximo con un período de retorno de 15 años. Igualmente, si la obra afecta significativamente el tránsito normal de la creciente con período de retorno de 100 años (sobreelevación del nivel mayor a 30cm y/o aumento de la velocidad del flujo mayor a 0,5 m/s), la obra debe ser diseñada para que discurran normalmente los caudales con 100 años de período de retorno sin que exista sobreelevación del nivel mayor a 30 cm y aumento de la velocidad de flujo mayor a 0,5 m/s).
* Para todos los casos, se debe realizar análisis de riesgo por fallas en las obras de protección, considerando para tal fin, como mínimo, aspectos hidrológicos, hidráulicos, sedimentológicos, geotécnicos, estructurales y operacionales, así como los impactos en las dimensiones social, económica y ecológicas a lo largo del área de influencia de tales obras. Igualmente, se debe anexar la justificación metodológica utilizada para la obtención, con y sin obras, de los niveles alcanzados por el agua para diferentes períodos de retorno con sus debidos soportes (información utilizada, modelo conceptual, herramienta para la implementación del modelo conceptual, resultados, etc.).

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

## **APROVECHAMIENTO FORESTAL**

Cuando se solicite un permiso para el aprovechamiento forestal único, se debe realizar el censo al 100% de los individuos que serán aprovechados. Si por las características del proyecto no es posible realizar dicho censo, se deben utilizar técnicas de muestreo. Según aplique, se deberá 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 censo, o 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 (debe estar circunscrita a las zonas a aprovechar), 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.
* Para el censo o para el muestreo, 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.
* La 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 o censado 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.
* Para el censo o para el muestreo, 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, biomasa, carbono y observaciones, sumatorias de número de individuos inventariados, discriminando aquellos que serían talados, los que serían trasplantados y aquellos que permanecerían 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 192 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 pretende intervenir 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 pretende afectar áreas de manglar, se debe verificar si la zonificación en áreas de manglar definida por la Corporación Autónoma Regional y establecida mediante la correspondiente resolución expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible permite su aprovechamiento; en caso contrario, el peticionario debe presentar el estudio a la Corporación, a fin de que ésta trámite ante el Ministerio la modificación de la resolución mediante la cual se estableció la zonificación en áreas de manglar.

En caso de que el usuario 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.

## **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[[88]](#footnote-34) 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. 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 deberá 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, 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 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 caso que aplique (por ejemplo, reubicación).
* En caso 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 estimado de especímenes 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, que evidencie la idoneidad y la experiencia en el uso de trampas y técnicas de muestreo (ahuyentamiento, manipulación de especímenes, translocación), de especímenes y/o muestras para cada uno de los grupos biológicos objeto de estudio.

## **EMISIONES ATMOSFÉRICAS**

El solicitante, deberá identificar, describir y cuantificar las emisiones atmosféricas, asociadas a la actividad a licenciar, por fuentes fijas (por combustión y por proceso) y móviles, para cada una de las fases del proyecto. Las fuentes que son objeto de evaluación, deberán ser referenciadas en diagrama de flujo de ejecución de actividades.

## **Estimación de la emisión atmosférica de fuentes del proyecto**

El solicitante debe cuantificar la emisión atmosférica según la normatividad establecida:

* Deberá realizar la descripción de la operación y funcionamiento de los equipos relacionados con la fuente de emisión (por proceso y/o combustión) a ser analizadas: capacidad instalada, tipos de combustibles, horas de operación, entre otros. Para las fuentes móviles, deberá adicionalmente identificar los tipos de vehículos, junto con el trazado de operación en las vías.
* 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 MINAMBIENTE en el Protocolo para el Control y Vigilancia Atmosférica generada por Fuentes Fijas (Medición directa, Balance de masas, Factores de emisión[[89]](#footnote-35) y Usos simultáneos de procedimiento de medición) y el Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de Olores Ofensivos. Anexar sustento de los cálculos realizados y suposiciones realizadas, e identificar y valorar las variables utilizadas.
* Ubicación de las fuentes de emisión proyectadas en planos georreferenciados.
* Ubicación de los sistemas y equipos de control, proyectados en planos georreferenciados.
* Plan de contingencia de los sistemas de control de emisiones.
* Distancia de ubicación de las fuentes a instalar, a los receptores identificados en el capítulo 5, para línea base del componente atmosférico.

La presente cuantificación de emisiones no exime al usuario de la solicitud del respectivo Permiso de Emisiones Atmosféricas en caso que alguna de las fuentes lo requiera. (Sección 7 Artículo 2.2.5.1.7.2 del Decreto 1076 de 2015 y Resolución 619 de 1997 o la que las modifique, sustituya o derogue).

El impacto asociado que se tendrán en el proyecto, obra o actividad, se debe realizar a través de un modelo de dispersión de calidad del aire, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

* Inventario de fuentes de emisión atmosférica (En caso que exista)
* Estimación de emisiones atmosféricas del proyecto
* Información meteorológica
* Monitoreo de calidad del aire
* Modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos.

## **Modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos**

Los parámetros a ser modelados, serán aquellos monitoreados en la campaña del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire Industrial– SVCAI y los demás parámetros que sean identificados, durante la estimación de emisiones atmosféricas. Esto último de acuerdo con las Buenas Prácticas de Ingeniería del Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas (o el protocolo que lo modifique, sustituya o derogue).

En tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 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 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 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 por modelación, 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 bajo los siguientes escenarios:
* Primer escenario: Línea base, sin proyecto. (Aplica en caso de contar con inventario de emisiones formal de la zona. Si no se posee inventario de emisiones, la línea base corresponderá a las concentraciones de los niveles de inmisión del monitoreo de calidad acorde a su cobertura espacial)
* Segundo escenario: Construcción del proyecto sin medidas de control.
* Tercer escenario: Construcción 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 utilizados (anexar los archivos de entrada y de salida originales del modelo o software), 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 adoptados internacionalmente para el análisis de emisiones, se deben estimar las emisiones de cada una de las fuentes del proyecto.
* Meteorología: Para el estudio de la dispersión de los contaminantes (modelos de dispersión) se determinará la altura de mezcla y estabilidad atmosférica a partir de modelos de pronóstico de clima (WRF, MM5, entre otros), de mínimo un (1) año de información meteorológica. Adicionalmente, se deberá incluir el análisis de información meteorológica utilizada (velocidad y dirección del viento – rosa de vientos, temperatura, precipitación, radiación solar, nubosidad, entre otros). La información meteorológica usada debe ser representativa de las condiciones de transporte y dispersión de partículas y gases en el área de estudio.
* 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.
* 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 (CR), el error cuadrático promedio normalizado (NMSE) y el sesgo fraccional (FB). 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.
* 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 | * Descripción del problema a representar y las preguntas a responder. |
| Modelo conceptual | * Características de las fuentes: número, tipo, ubicación, geometría, altura, etc. * Características de la emisión: contaminantes emitidos, tasas de emisión, factores de emisión, temperaturas, velocidades, etc. * Condiciones iniciales y de frontera: concentración de fondo, topografía, usos del suelo y coberturas, información meteorológica inicial (sondeos, superficie, salida de modelos mesoescala). |
| Descripción del modelo | * Características del modelo: ecuaciones que lo gobiernan, métodos de solución, simplificaciones y limitaciones, etc. * Relaciones entre el modelo conceptual y el modelo utilizado: uso de la información, congruencia en las simplificaciones, referencias de usos anteriores. |
| Calibración | * Lista de parámetros a calibrar: variables respuesta asociadas al parámetro, análisis de sensibilidad al parámetro, etc. * Estrategia de calibración: minimización de indicadores de error y sesgo, maximización de indicadores de bondad de ajuste, etc. * Criterio de calibración y resultado de la prueba: descripción de estadísticos, límites de aceptación, referencias relevantes, tabla de evaluación. |
| Validación | * Descripción de los escenarios de validación: diferencias con el escenario calibrado, cambios en el modelo conceptual, etc. * Criterios de validación y resultado de la prueba: descripción de estadísticos, límites de aceptación, referencias relevantes, tabla de evaluación. |
| Escenarios | * Descripción de los escenarios: propósito del escenario, modificaciones requeridas sobre el modelo base, etc. * Evaluación de los escenarios: congruencia de los resultados, evaluación normativa, análisis del resultado en virtud del propósito, etc. * Contraste de escenarios: congruencia, selección de alternativas, etc. |
| Análisis de resultados | * Análisis de los resultados de calibración y validación. * Valores simulados (presentados en tablas), estadísticos, gráficos, mapas, etc. Según sea relevante. * Análisis de las concentraciones simuladas en términos de la normatividad aplicable. |
| Conclusiones y Recomendaciones | * Congruentes con el objetivo y las preguntas. |
| Referencias | * Referencias a trabajos citados |
| Anexos electrónicos | * Archivos de entrada y salida, archivos de control y demás información necesaria para reproducir los resultados. |

Los mapas de dispersión de contaminantes se deben presentar con el tiempo de exposición para cada parámetro de interés definido, teniendo en cuenta la adición de la concentración de fondo (Monitoreo de Calidad del Aire en caso no contar con inventario de emisiones), con la cual se determine el área de afectación debido a las fuentes presentes hacia cada uno de los receptores o centros poblados identificados, para los tres escenarios definidos.

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.

## **Emisión de contaminantes del aire – Fuentes de emisión de contaminantes No Convencionales**

La metodología a emplear será la descrita en el numeral correspondiente al “Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas", en el capítulo de caracterización de línea base, adicionalmente, teniendo en cuenta el numeral 2,3 del capítulo 2, del Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos.

Adicionalmente debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

* Estimar los contaminantes atmosféricos previstos en los procesos y actividades, identificados como fuentes de emisión. Esta estimación se debe realizar con base en el método VDI 3880 o MF C/FD/FPD
* Teniendo presente que el desarrollo de la actividad generará H2S, incluir el plan de contingencia para emisiones de olores ofensivos, de acuerdo al Capítulo VI de la Resolución 1541 de 2013.
* Tener en cuenta el capítulo 4 “Gestión de olores ofensivos” del Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos.

La modelación de dispersión de emisiones No Convencionales, deberá realizarse teniendo en cuenta los lineamientos de modelación anteriormente descritos y adicionalmente, deberá atender a lo establecido en el Capítulo 2, Numeral 2.9 y Numeral 2.11 del Protocolo para el monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos.

## **Fuentes de generación de ruido**

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

Para la realización de este inventario se debe emplear la metodología descrita en el numeral 5.1.8.4 Inventario de fuentes de generación de ruido”.

## **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 y medidas de control) teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

## **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.

## **Meteorología**

La meteorología emplear corresponde temperatura, presión atmosférica, viento (dirección y velocidad) y se debe construir de acuerdo a los lineamientos establecidos en el numeral 5.1.8.1 Meteorología.

## **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.

## **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.
* Identificar y valorar la magnitud de mitigación de las medidas de control propuestas en el caso de superación de los límites permisibles.

## **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 de la Agencia Nacional Minera – ANM y las autoridades ambientales competentes, incluyendo el título Minero registrado y la Licencia Ambiental, respectivamente, sin que el proyecto se encuentre en su fase de Abandono y recuperación, especificando la capacidad de la fuente, en términos de Reservas Autorizadas en el caso de canteras o volúmenes anuales de explotación en el caso de materiales de arrastre.

# **EVALUACIÓN AMBIENTAL[[90]](#footnote-36)**

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. La evaluación ambiental implica que se deben identificar y analizar los impactos ambientales en dos escenarios: i) sin proyecto y ii) con proyecto.

La evaluación debe considerar especialmente los impactos residuales y acumulativos por la ejecución del proyecto, con respecto al desarrollo de otros proyectos, obras y actividades ubicados en el área de influencia. Igualmente, se debe tener en cuenta el análisis comparativo realizado en la caracterización ambiental, correspondiente a la transformación del entorno desde el inicio de la etapa exploratoria del proyecto, de manera que se pueda determinar si los impactos que se presentaron en la etapa exploratoria, se acentuarán, disminuirán y/o permanecerán similares durante la etapa de explotación.

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

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

Los criterios 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 no existir 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 se identifiquen en los procesos participativos con las comunidades, organizaciones y autoridades del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico. En caso de que no se estimen pertinentes los aportes de dichos procesos participativos, el solicitante debe expresar las razones por las cuales no toma en cuenta dichas consideraciones. De igual forma, de haberse realizado el proceso de Consulta Previa con las comunidades étnicas presentes en el área de influencia del proyecto, con base en la certificación expedida por el Ministerio del Interior, los impactos ambientales identificados deberán ser incorporados en el Estudio respectivo.

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.

## **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.

Se deben incluir en este análisis, las actividades asociadas al proyecto de exploración geotérmica que antecede al de explotación, el de otras actividades exploratorias o de explotación geotérmica desarrollada por proyectos anteriores.

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).

## **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, 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 por el desarrollo del proyecto, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, incluyendo los que se presentan por el uso de los recursos naturales (agua, suelo, forestal, aire, biodiversidad, o sobre los servicios ecosistémico, entre otros).

## **EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL**

En el contexto del proceso de licenciamiento ambiental, en la etapa de evaluación, la evaluación económica ambiental (EEA) se sustenta principalmente en la selección de los impactos significativos, su cuantificación biofísica, el análisis de internalización y el análisis costo beneficio de los impactos no internalizados.

En aras de que la información recolectada desde este enfoque sea acorde a la totalidad de la evaluación de impacto ambiental, la ANLA plantea el desarrollo de la siguiente estructura secuencial que reúne los elementos e insumos que permitirán obtener resultados confiables, tal como se muestra a continuación:

* **Identificación** **de impactos relevantes**: La definición de los impactos ambientales relevantes de un proyecto se traduce en la identificación de aquellos que deben ser incluidos en el análisis económico, es decir, considerando dentro de este análisis de relevancia, todos aquellos impactos que se encuentren dentro de las tres o cuatro primeras categorías de mayor significancia. Esta identificación de relevancia permite orientar el análisis de internalización y a la selección de las metodologías más apropiadas para la construcción de los cálculos y la valoración económica de las externalidades.
* **Jerarquización de impactos:** Este paso consiste en la diferenciación de impactos entre internalizables y no internalizables. A continuación, se presentan las características:
* impactos ambientales internalizables corresponden a aquellos impactos generados por el proyecto que pueden ser controlados en su totalidad por las medidas contempladas dentro del Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Estudio de Impacto Ambiental (EIA). De tal forma, si dentro del PMA el solicitante presenta una propuesta efectiva de prevención o corrección de impactos ambientales, sustentada en indicadores relacionados con cada medio (físico, biótico o socioeconómico), el valor de estas inversiones representa el costo de oportunidad de evitar el deterioro de la calidad ambiental. En consecuencia, los rubros asociados al PMA, en medidas de prevención y corrección, se constituyen en una fuente de información para desarrollar la trazabilidad del comportamiento de los impactos, que es objeto de seguimiento ambiental.
* Los ***impactos ambientales no internalizables,*** corresponden a aquellos impactos generados por el proyecto que no pueden controlarse mediante medidas de manejo. Se recalca que, dentro de esta sección, el solicitante debe considerar criterios propios del contexto de las áreas de interés para el desarrollo de los proyectos, obras o actividades, tales como la fragilidad, sensibilidad o vulnerabilidad ambiental (siendo algunos ejemplos las áreas naturales únicas, o con baja representatividad ecosistémica, áreas prioritarias para la conservación, entre otros), que merecen ser abordados por los efectos previsibles de su operación.
* **Cuantificación biofísica de los cambios en los BSE:** El solicitante debe determinar los BSE asociados a los impactos relevantes, para luego proceder a la determinación del cambio en los mismos (cuantificación biofísica). Por consiguiente, el solicitante debe tener precaución en la selección de las unidades en las que exprese la afectación previsible del desarrollo de cada proyecto recordando mantener la coherencia en la información usada para el análisis económico y la relacionada en el resto del documento.
* **Análisis económico de impactos:** A partir de la jerarquización de impactos relevantes, es decir la división en términos de los impactos internalizables y no internalizables, se debe realizar el análisis económico para cada categoría, observando la siguiente estructura:
  + **Para impactos internalizables.** Para el análisis económico de los impactos ambientales previstos por el desarrollo del proyecto que puedan ser internalizados a través de las medidas de PMA de prevención y corrección, se debe seguir el siguiente esquema procedimental:
* ***Descripción del impacto neg*ativo *e identificación de los servicios ecosistémicos comprometidos***: El solicitante, haciendo uso de la información consignada en la línea base del Estudio de Impacto Ambiental, debe incluir el impacto a considerar en el análisis de internalización, de acuerdo con los resultados del análisis de jerarquización; y en la segunda columna se registrarán los bienes y servicios ecosistémicos previstos en el área de influencia y que resultarían afectados como consecuencia de la ocurrencia del impacto analizado (Ver Tabla 5).
* Definición del ***indicador:*** Basado en los criterios considerados para los medios bióticos, abióticos y socioeconómicos presentes en la línea base, el solicitante debe especificar el indicador que describa la situación sin proyecto, de manera que se tenga un valor inicial para comparar la situación del servicio ecosistémico.
* ***Cuantificación del cambio del servicio ecosistémico:*** Esta columna hace referencia a la magnitud neta del cambio biofísico de cada componente ambiental incluido en el análisis del impacto.
* ***Medida de manejo seleccionada e indicadores asociados:*** Puesto que el análisis de internalización se enmarca en el correcto desarrollo del PMA, el solicitante debe indicar el programa, y las actividades del PMA establecidos para garantizar la prevención o corrección del impacto correspondiente. Se enfatiza en la importancia de construir indicadores relacionados con el estado del componente y no con las actividades planteadas para el desarrollo de la medida de manejo, de forma que sea posible su verificación, tanto en la etapa de evaluación, como en la de seguimiento.

Por su parte, el valor del indicador relacionado en esta columna debe corresponder al valor esperado del mismo después de la aplicación de la medida de manejo, dando cuenta del estado final esperado del servicio ecosistémico.

* ***Resultado esperado de la medida (indicador):*** En esta columna el solicitante debe incluir el valor esperado del indicador con la aplicación completa de la medida de manejo. Se enfatiza en que en la eventualidad que un impacto no alcance la efectividad del 100% (de prevención o corrección), debe argumentar sus razones, excluir del análisis de internalización e incluir el impacto dentro de la sección de impactos a ser valorados económicamente.
* ***Estimación de los costos ambientales anuales***: Se deben presentar los costos de implementación de la medida de manejo. Para tal fin, desde esta Autoridad se define que la estimación estará dada en términos de los costos de transacción **-** (como los costos por escrituración de predios, o por los impuestos que se apliquen a las actividades), los costos de operación (que son los que se generan por la actividad como tal, por ejemplo, las siembras, los cerramientos, compras de predios, etc.) y los costos de personal requerido para cada medida-, tal como se expresa en la Ecuación 2:

Ecuación 2: Estimación de los costos ambientales de la medida de manejo.

Fuente: Grupo Valoración Económica (2015).

A continuación, en la Tabla 5 se resume los criterios a ser relacionados en el análisis de internalización:

Tabla 5. Análisis de internalización de impactos en la evaluación ex ante

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Impacto negativo | Servicio ecosistémicos o ambiental | Indicador línea base (EIA) | | Cuantificación (cambio del servicio ecosistémicos o ambiental) | Medida de PMA | | Costos ambientales anuales de la medida de manejo | | |
| **Nombre** | **Valor** | **Nombre** | **Valor indicador** |
| **CT** | **CO** | **CP** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Valores Totales | |  |  |  |  |  |  |  |  |

Fuente. Grupo de valoración económica Ambiental de la ANLA (2015).

Como resultado del análisis de internalización de costos ambientales, se debe mostrar explícitamente lo indicado en la tabla 6:

Tabla 6. Resultados del análisis de internalización de impactos en la evaluación ex ante

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Componente del costo** | **Valor año 0** | **Valor año i** | **Valor año n** | **VPN**  **(especificar tasa de descuento)** |
| ECi: costos ambientales del proyecto  *ECi= CTi +COi +CPi*  (viene de la tabla anterior) |  |  |  |  |
| TI: Total valores internalizados |  | | | |

**Fuente.** Grupo de Valoración Económica de la ANLA, 2015.

**Ecuación 3:** Estimación del valor presente neto de los costos ambientales.

**Fuente.** Grupo de Valoración Económica de la ANLA, 2015.

Donde:

*ECi*: Costos ambientales totales en el año i

*s*: Tasa social de descuento

*i*: Indicador del año

**Duración de los impactos:** La duración de los impactos determina el tiempo para la construcción del flujo. Es importante tener en cuenta que la duración del proyecto, obra o actividad no necesariamente corresponde a la duración de los impactos. En realidad, una buena parte de los impactos tiene una mayor duración que el proyecto, bien por su carácter permanente, o bien por su efecto acumulativo y/o sinérgico. Por lo tanto, el evaluador debe considerar para cada uno de los impactos, su duración, y esta debe tener correspondencia con los criterios de valoración de impactos ambientales.

En el año cero, o año de inicio del proyecto, obra o actividad el VPN de los costos es igual al valor estimado de dichos costos; es decir, no hay descuento intertemporal. El año base es el año que se toma como referencia para definir los precios con los que se estiman los costos del proyecto; es importante que este año quede explícito en el análisis. Finalmente, siguiendo la recomendación de Pearce et al. (2006), se deben deflactar los precios al año base.

**Tasa de descuento para agregación intertemporal de valores económicos:** La Tasa Social de Descuento - TSD, es el factor que permite comparar los beneficios y los costos económicos del proyecto, obra o actividad en diferentes momentos del tiempo y con relación al mejor uso alternativo de esos recursos. Aunque para Colombia la tasa oficial para este indicador es del 12% anual[[91]](#footnote-37), es muy importante que cada estructurador de proyecto evalúe las opciones y seleccione aquella TSD que establezca como la más adecuada para hacer el mejor uso posible de los recursos, en especial cuando se trata de recursos públicos. Una tasa de descuento más alta favorece aquellos proyectos de inversión que producen un impacto positivo en el corto plazo, en tanto que una tasa de descuento más baja favorece aquellos proyectos con beneficios más altos a largo plazo. De acuerdo con lo anterior, para el desarrollo del proyecto se pueden considerar tasas sociales de descuento entre el 8,5% (establecida por el Banco Mundial) y 12%, según la proyección de beneficios del mismo.

**Valor presente neto:** Una vez se tiene el flujo de costos, este debe descontarse utilizando la TSD, para obtener el Valor Presente Neto - VPN de los costos ambientales. Los costos se deben agregar de forma anual (según corresponda), teniendo en cuenta los periodos sobre los cuales se presenta el impacto. Lo anterior se debe especificar para cada tipo de costo valorado. La agregación intertemporal permite el cálculo del VPN y se obtiene de la siguiente manera:

**Para impactos ambientales no internalizables**: para aquellos impactos que no pueden ser prevenidos ni corregidos (es decir, no internalizables) el solicitante debe incluir el Análisis costo Beneficio de los impactos negativos y positivos del proyecto; la valoración económica a realizar para cada uno de estos impactos se debe abordar a través de métodos de preferencias declaradas y/o reveladas según considere el solicitante.

En el contexto del licenciamiento ambiental, el Análisis Costo Beneficio se sustenta principalmente en la selección de los impactos (positivos y negativos) con potencial significancia que generará el desarrollo del proyecto, la cuantificación biofísica, su valoración económica y la relación costo beneficio. A continuación, se presenta la estructura secuencial que plantea el desarrollo del análisis costo beneficio, dentro de la Evaluación ambiental, de tal manera que el solicitante reúna y presente la información mínima que permitirá obtener resultados confiables, que puedan incluirse dentro del análisis de evaluación económica ambiental del proyecto y contribuir en la determinación de la viabilidad del mismo.

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

**Tabla 7.** 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 sitaución 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 | 1. Costos de mitigación. 2. Costos de reposición. 3. Costos de reemplazo. 4. Costos evitados.   Costos de enfermedad / morbilidad. | 1. Precios hedónicos (propiedades y salarios). 2. Costos de viaje. 3. Cambios en la productividad.   Costos de oportunidad. | 1. Valoración contingente.   Elección contigente (análisis conjoint). |
| Método de transferencia de beneficios. | |
| **EVALUACIÓN ECONÓMICA** | | **ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO**  Indicadores: Valor Presente Neto (VPN), Relación Beneficio Costo (RBC). | | |
|  | | |

Fuente. Grupo de valoración económica Ambiental de la ANLA (2015).

Una vez determinado el valor económico de los impactos positivos y negativos del proyecto, a partir del método seleccionado, estos deberán ser descontados en un flujo económico y presentados en términos de valor Presente Neto- VPN.

El siguiente paso es aplicar el test del VPN o Relación Beneficio Costo - RBC. Aquí se analiza el valor presente del proyecto teniendo en cuenta que el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia, es un aporte subsidiario en la toma de decisión sobre la viabilidad ambiental del proyecto y se verifica que éste genera ganancias en bienestar social. Una RBC mayor a uno, significa que el proyecto genera resultados económicamente positivos para la sociedad. Un valor menor que uno, significa que el proyecto provoca un deterioro en bienestar social, y el valor de 1, representa el umbral para la aceptación del proyecto (Diakoulaki & Karangelis, 2007).

**Ecuación 3.** Cálculo de la Relación Beneficio Costo

**Fuente:** MAVDT&CEDE (2010).

En el ACB siempre resulta necesario realizar el análisis de sensibilidad, con el fin de verificar la robustez de los resultados e investigar el impacto de los parámetros en escenarios con mayores incertidumbres (Diakoulaki & Karangelis, 2007); para ello se debe calcular el VPN y la RBC variando los valores de variables críticas en los diferentes escenarios posibles, comparando en cada caso los resultados entre alternativas, con el fin de identificar qué parámetro afecta en mayor medida los criterios de aceptación o rechazo (MAVDT & CEDE, 2010).

Es importante que se consideren los siguientes aspectos, que aplican y son relevantes tanto para el análisis de internalización como para el análsis costo beneficio de los impactos no internalizables:

* **Duración de los impactos:** La duración de los impactos determina el tiempo para la construcción del flujo. Es importante tener en cuenta que la duración del proyecto, obra o actividad no necesariamente corresponde a la duración de los impactos. En realidad, una buena parte de los impactos tiene una mayor duración que el proyecto, bien por su carácter permanente, o bien por su efecto acumulativo y/o sinérgico. Por lo tanto, el evaluador debe considerar para cada uno de los impactos, su duración, y esta debe tener correspondencia con los criterios de valoración de impactos ambientales.

En el año cero, o año de inicio del proyecto, obra o actividad el VPN de los costos es igual al valor estimado de dichos costos; es decir, no hay descuento intertemporal. El año base es el año que se toma como referencia para definir los precios con los que se estiman los costos del proyecto; es importante que este año quede explícito en el análisis. Finalmente, siguiendo la recomendación de Pearce et al. (2006), se deben deflactar los precios al año base.

* **Valor presente neto:** Una vez se tiene el flujo de costos, este debe descontarse utilizando la TSD, para obtener el Valor Presente Neto - VPN de los costos ambientales. Los costos se deben agregar de forma anual (según corresponda), teniendo en cuenta los periodos sobre los cuales se presenta el impacto. Lo anterior se debe especificar para cada costo valorado.

# **ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO**

A partir de la zonificación ambiental y teniendo en cuenta la evaluación de impactos realizada se debe determinar la zonificación de manejo ambiental.

Se debe tener en cuenta la zonificación de manejo ambiental establecida en el acto administrativo que haya otorgado la licencia ambiental al proyecto de perforación exploratoria que antecede al de explotación, para las unidades de manejo que coincidan entre ambos proyectos, y de requerirse alguna modificación a la zonificación de manejo, se debe presentar la respectiva justificación.

El análisis de cada una de las unidades de manejo debe realizarse de manera cualitativa y cuantitativa, utilizando un *softwar*e 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 desarrollar 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.

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 1:25.000, o la más detallada posible en función de la extensión del proyecto y la sensibilidad ambiental del área.

# **PLANES Y PROGRAMAS**

## **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

El Plan 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. Para cada uno de los aportes que no resulten pertinentes, se debe sustentar la razón por la cual no se toman en cuenta en el proceso de formulación del PMA.

Para cada uno de los planes y programas contenidos en este numeral, se deben indicar claramente, en los casos en que aplique, los aspectos que se mantendrían del proyecto de exploratoria que antecede al de explotación, señalando las variaciones que se presenten entre uno y otro, con la respectiva justificación.

### **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, siempre que sea posible).
* 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 EIA.
* 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 las metas propuestas para cada objetivo, así como determinar la efectividad de cada programa y subprograma.[[92]](#footnote-38), [[93]](#footnote-39)
* Perfil del grupo de trabajo idóneo que se encargaría 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.

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

El plan de seguimiento y monitoreo debe estar dividido en:

### 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 (desempeño 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.

### 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.

### [**Plan de desmantelamiento y abandono**](javascript:changeTableFAQ('FAQ_2039'))

Para las áreas e infraestructura intervenidas de manera directa por el proyecto, se debe:

* Presentar la relación de las actividades y obras necesarias para realizar el abandono, desmantelamiento y restauración de las obras temporales en las diferentes fases del proyecto, teniendo en cuenta como mínimo los siguientes aspectos:
* Desmantelamiento y retiro de estructuras, implementadas para asegurar la estabilidad de la infraestructura u obras permanentes.
* En el caso de pozos, referirse al procedimiento de instalación de la válvula seguridad, el procedimiento de sellado con cemento, cierre perimetral, etc.
* En el caso del cierre de piscinas que contienen fluidos, referirse al procedimiento de evacuación de éstos y encapsulamiento de sólidos.
* Medidas, obras y actividades encaminadas a prevenir posibles emisiones que puedan afectar los diferentes recursos naturales (aire, suelo y agua[[94]](#footnote-40)).
* Desmantelamiento y abandono de vías de acceso a las plataformas (si no se considera útil para otros usuarios) y/u otras obras que no puedan ser desmanteladas completamente.
* Presentar una propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante.
* Señalar las medidas de manejo y reconformación morfológica que garanticen la estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconformación paisajística, según aplique y en concordancia con la propuesta del uso final del suelo.
* Presentar una estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia del componente o grupo de componentes acerca de la finalización del proyecto y las medidas de manejo ambiental.
* Presentar una propuesta de los indicadores de los impactos acumulativos y sinérgicos, así como los resultados alcanzados con el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental.

## **OTROS PLANES Y PROGRAMAS**

### **Plan de inversión del 1%**

En caso de que aplique, por el uso del recurso hídrico tomado de fuente natural (superficial y/o subterráneo), se debe presentar el programa de inversión forzosa de no menos del 1%, de conformidad con lo establecido en el Decreto 2099 del 22 de diciembre de 2016, que modifico el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 de 2015, modificado a su vez por los Decretos 075 del 20 de enero de 2017 y 1120 del 29 de junio de 2017 o aquel que los modifique, sustituya o derogue.

El Plan de inversión forzosa de no menos del 1% debe presentar en el Estudio de Impactos ambiental la siguiente información:

1. Valor base de inversión del proyecto proyectado, de acuerdo a los parámetros de liquidación fijados en el formato que para tal fin adopte el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
2. Ámbito geográfico (según lo especificado en el Artículo 2.2.9.3.1.4 del decreto 2099 de 2016)
3. Líneas generales de inversión (según lo especificado en el Artículo 2.2.9.3.1.9 del decreto 2099 de 2016)

En la ilustración 1 se resumen las líneas:

### **Plan de compensación por pérdida de biodiversidad**

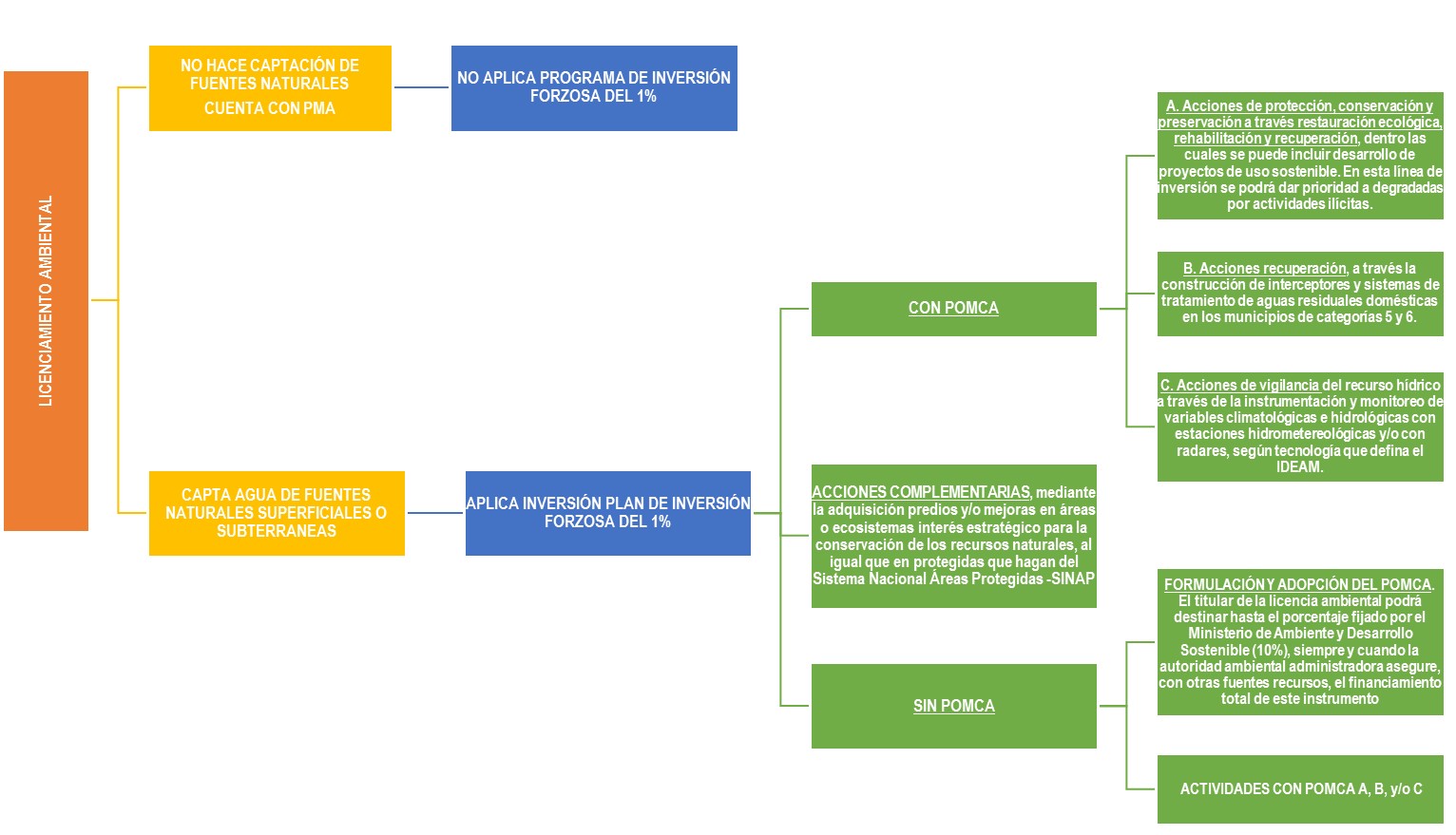
De acuerdo con lo establecido en el numeral 12 del artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, se debe presentar un Plan de compensación de acuerdo a la normativa vigente[[95]](#footnote-41); dicho Plan debe contemplar los siguientes elementos:

* Identificación de los impactos no evitados, mitigados o corregidos (de acuerdo al capítulo de Evaluación ambiental).
* Objetivos y alcance del plan de compensación.
* Localización preliminar de las áreas para la implementación de las medidas de compensación. Las áreas detalladas se deben presentar en el marco del seguimiento y ejecución del presente plan de compensación.
* Información de las áreas ecológicamente equivalentes para compensación (tipo de ecosistema, estructura, condición, composición y riqueza de especies, entre otras características) a la escala más detallada posible.
* Propuesta de las acciones de compensación a implementar y resultados esperados. Las acciones de restauración se deben presentar de acuerdo con lo establecido en el Plan Nacional de Restauración. Se deben establecer los criterios para seleccionar los predios y los posibles beneficiarios.
* Cronograma preliminar de implementación, monitoreo y seguimiento de las acciones de compensación, que señale los resultados esperados y que identifique de forma clara hitos que ayuden a determinar el estado de cumplimiento del plan de compensación.
* Evaluación de los potenciales riesgos bióticos, físicos, económicos, sociales de la implementación del plan de compensación y una propuesta para minimizarlos.
* Definición de las acciones, modos, mecanismos y formas de implementación.
* Plan operativo y de inversiones[[96]](#footnote-42) del plan de compensación.
* Identificación de indicadores de gestión y de impacto. Es posible utilizar como insumo orientador al aparte sobre “Establecimiento de indicadores” del Anexo 2 del Plan Nacional de Restauración.
* Plan de monitoreo y seguimiento en función de la eficacia, eficiencia e impacto del programa de compensación. Los alcances y características de dicho plan de monitoreo y seguimiento deben ser coordinados con la autoridad ambiental competente y con el IDEAM. Es posible utilizar la información contenida en el Anexo 2 del Plan Nacional de Restauración como insumo orientador para su formulación.
* Propuesta de manejo a largo plazo.

Las compensaciones deben dirigirse a conservar áreas ecológicamente equivalentes (áreas con los mismos ecosistemas) a las afectadas, en lugares que representen la mejor oportunidad de conservación efectiva, es decir, en zonas que cumplan con los siguientes criterios:

* Las compensaciones deben localizarse en el siguiente ámbito geográfico y orden de prioridades: a) la subzona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad o las subzonas hidrográficas circundantes y; b) la zona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad. La selección de la zona hidrográfica debe estar sustentada en condiciones técnicas que justifiquen su priorización.
* Si las zonas en las que se propone ejecutar la compensación tienen una superficie inferior a la que resultó del cálculo del área a compensar, como acción complementaria se deben incluir zonas o franjas de conectividad con potencial para la restauración (en cualquiera de sus tres enfoques: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación) y para el uso sostenible que permitan cumplir con el área a compensar calculada.
* Deben estar preferiblemente identificadas en el Plan Nacional de Restauración, las áreas de importancia para la conservación, los portafolios regionales o nacionales de compensación, las áreas protegidas que en su plan de manejo o documento técnico de soporte de declaratoria o ampliación definan acciones específicas de conservación (preservación, restauración y uso sostenible), instrumentos de ordenamiento del territorio o instrumentos de ordenamiento ambiental del territorio, entre otros, a fin de aportar al cumplimento de las metas de conservación y restauración de los ámbitos regional y nacional.
* Se debe propender por la selección de áreas adyacentes a zonas en las cuales se hayan implementado otras acciones de compensación (que pueden estar identificadas en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA)), siempre buscando que las acciones de compensación aumenten el área del ecosistema o garanticen la conectividad entre fragmentos de ecosistemas y las áreas de las que dependen cronológicamente.

Para la formulación del plan de compensaciones para ecosistemas de agua dulce y marino costeros, se deben seguir los lineamientos establecidos en el Manual de compensaciones del componente biótico del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible hasta tanto no se expida una reglamentación específica en relación a dichos tipos de ecosistemas.



**Ilustración 1. Esquema explicativo de la inversión forzosa de no menos del 1%**

## **PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO**

Se debe formular y presentar un plan de gestión del riesgo de acuerdo a las consideraciones previstas en la Ley 1523 de 2012 (Política nacional de gestión del riesgo de desastres) y la reglamentación del Artículo 42 por medio del Decreto 2157 de diciembre del 2017 artículos 2.3.1.5.2.1. y 2.3.1.5.2.1.1; o aquella normativa que la modifique, sustituya o derogue; que se soporte en el análisis y valoración de los riesgos derivados de amenazas de origen natural, antrópico, socio-natural y operacional que puedan afectar el proyecto y de los riesgos que puedan generarse a causa de la ejecución de las actividades del mismo.

El análisis y valoración de los riesgos, constituye la base para el diseño e implementación de medidas de reducción del riesgo y la formulación de un plan de contingencia para dar respuesta a riesgos que se materialicen. Tanto las medidas de reducción del riesgo como el plan de contingencia son de obligatorio cumplimiento de acuerdo a lo estipulado en la Ley 1523 de 2012 y la reglamentación del Artículo 42 por medio del Decreto 2157 de diciembre del 2017 artículos 2.3.1.5.2.1. y 2.3.1.5.2.1.1; o aquella norma que la reglamente, sustituya o derogue.

La gestión del riesgo debe abordar los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres. En este contexto, se deben identificar: i) hechos, acciones y/o actividades generadoras de riesgo, que pueden conducir a la ocurrencia de efectos no previstos dentro del normal funcionamiento y desarrollo del proyecto, ii) medidas dirigidas a la reducción de la exposición a las amenazas y a la disminución de la vulnerabilidad de las personas, el ambiente y la infraestructura, y iii) acciones de manejo de desastres.

El análisis de riesgos debe ser semi-cuantitativo y debe contemplar todas las fases del proyecto, obra o actividad. Los resultados de los cálculos realizados y los métodos utilizados deben ser presentados como anexo al Plan de Gestión del Riesgo.

El plan de gestión del riesgo debe contemplar como mínimo:

### **Conocimiento del riesgo**

Como parte de la gestión del riesgo es necesario que exista un proceso de conocimiento del mismo, el cual debe incluir el análisis de las amenazas y de la vulnerabilidad de elementos expuestos, la identificación de escenarios de riesgo, la estimación de áreas de afectación, y el análisis y valoración del riesgo.

#### Identificación, caracterización, análisis y evaluación de amenazas

Se deben identificar las amenazas (endógenas y exógenas), en cada una de las fases del proyecto (construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono), que puedan generar consecuencias sobre los elementos expuestos.

Las amenazas se deben clasificar de la siguiente manera:

* Amenazas de origen natural que puedan desencadenar riesgos directos e indirectos no previstos, que afecten al proyecto y generar consecuencias sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico).
* Amenazas de origen antrópico (intencionales y no intencionales), que puedan afectar al proyecto y generar consecuencias sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico).
* Amenazas de origen socio-natural que puedan afectar al proyecto y generar consecuencias sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico).
* Amenazas operacionales que puedan generar consecuencias y afectar al ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico).

Para el análisis se deben tener en cuenta:

* Los equipos y/o actividades involucradas en cada una de las fases del proyecto.
* El tipo de amenaza involucrada (natural, antrópica, socio-natural u operacional) que tienen el potencial para causar contingencias.
* Los sucesos finales (p. e. incendios, derrames de sustancias nocivas o peligrosas).
* Las posibles causas y frecuencias de falla; identificadas con base en experiencias a nivel nacional (o internacional en caso de no contar con información nacional).
* Valoración detallada y sistemática del riesgo asociado con cada una de las amenazas identificadas, incluyendo la probabilidad de ocurrencia para cada una de ellas.

#### Identificación, caracterización, análisis y evaluación de la vulnerabilidad de elementos expuestos

Se debe realizar un análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos. La línea base ambiental debe ser el punto de partida para la identificación de elementos expuestos y para la cuantificación de eventuales pérdidas o daños ambientales asociados a la materialización del riesgo. Este análisis debe tener en cuenta adicionalmente otros elementos expuestos que puedan verse afectados por cada evento amenazante.

El análisis de vulnerabilidad debe realizarse como mínimo sobre los siguientes elementos:

* Asentamientos humanos.
* Infraestructura pública.
* Infraestructura productiva.
* Áreas de cultivos industriales o de pancoger.
* Bienes de interés cultural.
* Áreas ambientalmente sensibles.

Se debe presentar un mapa con la identificación de los elementos expuestos, a una escala detallada en función del tipo de evento amenazante, en donde se pueda visualizar los elementos afectados.

#### Identificación, caracterización, análisis y evaluación de escenarios de riesgo

Teniendo en cuenta las actividades del proyecto, la caracterización de su área de influencia y la evaluación de impactos ambientales, se deben identificar y caracterizar los escenarios bajo los cuales pueden materializarse riesgos derivados de amenazas de origen natural, incluyendo aquellas debidas a eventos extremos generados por la variabilidad climática; de amenazas de origen antrópico, ya sean intencionales o no intencionales; de amenazas socio-naturales que siendo de origen antrópico su detonante es un evento natural, o de amenazas operacionales producto de las actividades del proyecto, que desencadenen efectos no previstos, sobre las personas, la infraestructura y el ambiente.

#### Estimación de áreas de afectación

Se deben determinar las áreas de posible afectación tanto directas como indirectas, para cada uno de los eventos amenazantes identificados en cada una de las fases del proyecto, definiendo y georreferenciando dichas áreas para los diferentes escenarios de riesgo identificados, con base en la vulnerabilidad de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Se deben presentar mapas de las áreas de afectación, a una escala detallada, en función de su extensión.

De ser aplicable se deben identificar áreas de alta consecuencia[[97]](#footnote-43), las cuales se deben clasificar de acuerdo con su relación espacial con el proyecto en áreas de afectación directa y áreas de afectación indirecta (éstas involucran rutas de derrame y/o de dispersión). Se consideran áreas de alta consecuencia[[98]](#footnote-44): áreas pobladas, vías fluviales, fuentes de agua para consumo humano, doméstico, áreas de pesca y maricultura, recreativas, ecosistemas sensibles y áreas protegidas[[99]](#footnote-45) (fauna y flora), entre otras.

#### Análisis y valoración del riesgo

Una vez identificadas las amenazas, endógenas y exógenas, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, se debe realizar un análisis que permita conocer los riesgos que puedan afectar el proyecto o que puedan generarse a causa de la ejecución del mismo.

Se deben analizar los siguientes tipos de riesgo:

* Riesgo individual.
* Riesgo ambiental

Se debe describir detalladamente la metodología y los criterios utilizados para efectuar el análisis solicitado, así como justificar la selección de dicha metodología y criterios.

Se deben presentar mapas de riesgos en los que la representación cartográfica de niveles de riesgo uniformes se debe realizar con el uso de curvas denominadas isocontornos de riesgo. La escala debe coincidir con la utilizada para los mapas de los análisis de amenazas y elementos expuestos vulnerables.

Se debe indicar el nivel de aceptabilidad del riesgo; para ello se deben realizar comparaciones con países que tengan definidas políticas en el tema de aceptabilidad del nivel de riesgo identificado en especial de aquellos que tengan condiciones geográficas, ambientales y operacionales similares a las de Colombia.

Los cálculos y la(s) metodología(s) utilizada(s) deberán presentarse cómo anexo al capítulo de Gestión del Riesgo.

### **Reducción del Riesgo**

Para la reducción del riesgo se deben formular medidas que contemplen acciones de prevención y mitigación que se deben adoptar para disminuir las amenazas, la exposición y/o la vulnerabilidad de los elementos expuestos al riesgo, con el fin de evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de que el riesgo llegue a materializarse. Estas medidas deben ser formuladas en función de las diferentes fases y actividades del proyecto.

Se deben establecer las políticas, estrategias y prácticas orientadas a prevenir y reducir los riesgos identificados, y a minimizar los efectos negativos. Las medidas técnicas y las demás medidas de control que son necesarias para reducir dicho riesgo al nivel más bajo según sea razonablemente posible deben estar contempladas para las siguientes instancias:

* **Correctiva**: para reducir el nivel de riesgo existente a través de acciones de mitigación, en el sentido de disminuir las condiciones de amenaza cuando sea posible y la vulnerabilidad de los elementos expuestos.
* **Prospectiva**: para garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo y que se evite la implementación de intervenciones correctivas.

### **Manejo del desastre**

Para el manejo del desastre se debe formular un plan de contingencia, que contenga las medidas de prevención, control y atención ante potenciales situaciones de emergencia derivadas de la materialización de riesgos previamente identificados.

#### 10.2.3.1 Plan de Contingencia

El plan de contingencia debe incluir los siguientes planes:

* **Plan estratégico**: debe contener los resultados del análisis del riesgo y las diferentes medidas de reducción y mitigación, e involucrar la definición de los diferentes niveles de respuesta ante la materialización de un riesgo. Desarrollo estratégico (que detalle el plan, técnicas de respuesta, recursos para dar respuesta, liderazgo, dirección entre otros).
* **Plan operativo**: debe establecer los procedimientos básicos de la atención o plan de respuesta a una contingencia, y definir los mecanismos de notificación, organización y funcionamiento para la eventual activación del plan de contingencia. Principios operacionales (notificación, evaluación temprana de la contingencia y movilización de los recursos de respuesta apropiados, inicio de la respuesta, revisión del progreso, terminación de la atención de la contingencia).
* **Plan informático**: debe establecer los protocolos relacionados con los sistemas de manejo de información y de logística, incluyendo datos como: i) teléfonos del personal involucrado en la respuesta ante una emergencia, tanto interno como externo, perteneciente a los diferentes consejos municipales y departamentales de gestión del riesgo, ii) planes de ayuda mutua, iii) listado de equipos disponibles para la atención de la emergencia, entre otros, requeridos a fin de que los planes estratégico y operativo sean eficientes.

El plan de contingencia además deberá, según corresponda:

* El plan y la estrategia de respuesta a emergencias
* Designar las funciones.
* Determinar las prioridades de protección.
* Definir los sitios estratégicos para el control de contingencias, teniendo en cuenta las características de las áreas sensibles.
* Establecer los procedimientos de respuesta a emergencias que permitan la rápida movilización de los recursos humanos y técnicos para poner en marcha las acciones inmediatas de la respuesta.
* Elaborar una guía de procedimientos que asegure una efectiva comunicación entre el personal que conforma las brigadas, las entidades de apoyo externo y la comunidad afectada.
* Establecer el sistema de comunicaciones.
* Establecer procedimientos de alarma para notificar al personal que potencialmente podría verse impactado por un incidente.
* Establecer procedimientos de atención de emergencias.
* Presentar el programa de entrenamiento y capacitación para el personal responsable de la implementación del plan de contingencia.
* Reportar los equipos específicos que son requeridos para atender las contingencias según los eventos de posible ocurrencia identificados.
* Cartografiar las áreas de riesgo identificadas y la localización de los equipos necesarios para dar respuesta a las contingencias. En el caso de proyectos de perforación exploratoria se deben identificar las vías de evacuación de plataformas.
* Presentar un Programa de capacitación y divulgación sobre el Plan de contingencia para el personal del proyecto, las comunidades identificadas como vulnerables y las entidades del Sistema Nacional de la Gestión del Riesgo que sea pertinente convocar, de acuerdo con la magnitud del riesgo identificado.

El plan de manejo de la contingencia debe estar articulado con los planes de contingencia municipal, departamental y regional e incluir información reciente sobre la capacidad de respuesta propia y de las entidades de atención de emergencias nacionales e internacionales si aplica.

Se deben realizar, anualmente, con la participación de los organismos operativos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, como mínimo las siguientes actividades propias del mantenimiento y actualización del plan de contingencia.

* Simulación de escritorio.
* Simulacro involucrando la comunidad.

# **ANEXOS QUE DEBEN SER PRESENTADOS EN EL ESTUDIO**

* Glosario
* Registro fotográfico
* Aerofotografías interpretadas
* Resultados de muestreos
* Información primaria de sustento
* Bibliografía (referenciada según normas icontec).
* Modelo de almacenamiento geográfico – *geodatabase* (GDB).
* Relación de material entregado al Instituto de Ciencias Naturales, Herbario Nacional, ICANH u otras entidades, con copia del documento de entrega y los respectivos permisos.
* Demás documentos y soportes mencionados a lo largo de los presentes términos de referencia.

# **BIBLIOGRAFÍA**

1. 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. [↑](#footnote-ref-2)
2. Las referencias para esta sección se encuentran al final del documento, en el ítem de Bibliografía. [↑](#footnote-ref-3)
3. [] Tomado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Artículo 2.2.2.3.1.1. Definiciones. Decreto 1076. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015. [↑](#endnote-ref-2)
4. [↑](#endnote-ref-3)
5. [] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 de 2015. “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015. [↑](#endnote-ref-4)
6. [] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Ley 165 (Convenio de Diversidad Biológica). Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, 1994. [↑](#endnote-ref-5)
7. [] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MINAMBIENTE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). *s.f.*  [↑](#endnote-ref-6)
8. [] Adaptado de: MARZOLF, Natacha C. Emprendimiento de la energía geotérmica en Colombia. Washington D.C. Banco Interamericano de Desarrollo. ISAGEN. 2014. [↑](#endnote-ref-7)
9. [] COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA – DANE-. Conceptos Básicos. Disponible en <<http://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf>>. Consultado 20 de agosto de 2013. [↑](#endnote-ref-8)
10. [] Biología. Curtis H., Barnes S., Schnek A. y Massarini A. 7ª Edición. Editorial Médica Panamericana, 2008. [↑](#endnote-ref-9)
11. [] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesauro Ambiental para Colombia. [Tesauro]. *s.l.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. *s.f.* Disponible en <[http://biblovirtual.MINAMBIENTE.gov.co:3000/](http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/)> [↑](#endnote-ref-10)
12. [] Biología. Curtis H., Barnes S., Schnek A. y Massarini A. 7ª Edición. Editorial Médica Panamericana, 2008. [↑](#endnote-ref-11)
13. [] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-12)
14. [] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MINAMBIENTE. 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. [↑](#endnote-ref-13)
15. [] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesauro Ambiental para Colombia. [Tesauro]. *s.l.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. *s.f.* Disponible en <[http://biblovirtual.MINAMBIENTE.gov.co:3000/](http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/)http:// biblovirtual.MINAMBIENTE.gov.co:3000/> [↑](#endnote-ref-14)
16. [] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-15)
17. [] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Ley 165 (Convenio de Diversidad Biológica), Artículo 2. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, 1994. [↑](#endnote-ref-16)
18. [] Biología. Curtis H., Barnes S., Schnek A. y Massarini A. 7ª Edición. Editorial Médica Panamericana, 2015. [↑](#endnote-ref-17)
19. [] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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*”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-18)
20. [] 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. [↑](#endnote-ref-19)
21. [] Adaptado de: ISAGEN S.A. E.S.P. Notas para la investigación y desarrollo de proyectos geotérmicos en Colombia. Medellín: ISAGEN S.A. E.S.P. Centro de Investigación y Desarrollo, 2012. [↑](#endnote-ref-20)
22. [] Adaptado de: MARZOLF, Natacha C. Emprendimiento de la energía geotérmica en Colombia. Washington D.C. Banco Interamericano de Desarrollo. ISAGEN. 2014. [↑](#endnote-ref-21)
23. [] Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conserv. Biol., 4, 355–64. [↑](#endnote-ref-22)
24. [] 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. [↑](#endnote-ref-23)
25. [] Adaptado de: SUEZ ENERGY CENTRAL AMERICA – SECA. Evaluación de los impactos acumulativos y sinérgicos del proyecto Dos Mares: Resumen Ejecutivo. República de Panamá. s.n. 2009. 17 p. [↑](#endnote-ref-24)
26. [] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Decreto 1076 (“Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales"). Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015. [↑](#endnote-ref-25)
27. [] Adaptado de: GRUPO BANCO MUNDIAL. Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social. *s.l.* Corporación Financiera Internacional- IFC, 2012. 6 p. [↑](#endnote-ref-26)
28. [] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-27)
29. [] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesauro Ambiental para Colombia. [Tesauro]. *s.l.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. *s.f.* Disponible en <[http://biblovirtual.MINAMBIENTE.gov.co:3000/http://biblovirtual.MINAMBIENTE.gov.co:3000/](http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/)> [↑](#endnote-ref-28)
30. [] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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*”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-29)
31. [] 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. [↑](#endnote-ref-30)
32. [] Biología. Curtis H., Barnes S., Schnek A. y Massarini A. 7ª Edición. Editorial Médica Panamericana, 2008. [↑](#endnote-ref-31)
33. Adaptado de: MARZOLF, Natacha C. Emprendimiento de la energía geotérmica en Colombia. Washington D.C. Banco Interamericano de Desarrollo. ISAGEN. 2014. [↑](#endnote-ref-32)
34. [] Adaptado de: ISAGEN S.A. E.S.P. Notas para la investigación y desarrollo de proyectos geotérmicos en Colombia. Medellín: ISAGEN S.A. E.S.P. Centro de Investigación y Desarrollo, 2012. [↑](#endnote-ref-33)
35. Adaptado de: ISAGEN S.A. E.S.P. Notas para la investigación y desarrollo de proyectos geotérmicos en Colombia. Medellín: ISAGEN S.A. E.S.P. Centro de Investigación y Desarrollo, 2012. [↑](#endnote-ref-34)
36. Adaptado de: MARZOLF, Natacha C. Emprendimiento de la energía geotérmica en Colombia. Washington D.C. Banco Interamericano de Desarrollo. ISAGEN. 2014. [↑](#endnote-ref-35)
37. COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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*”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-36)
38. [] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesauro Ambiental para Colombia. [Tesauro]. *s.l.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. *s.f.* Disponible en <[http://biblovirtual.MINAMBIENTE.gov.co:3000/](http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/)> [↑](#endnote-ref-37)
39. [] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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*”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-38)
40. [] Adaptado de: ISAGEN S.A. E.S.P. Notas para la investigación y desarrollo de proyectos geotérmicos en Colombia. Medellín: ISAGEN S.A. E.S.P. Centro de Investigación y Desarrollo, 2012. [↑](#endnote-ref-39)
41. [] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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*”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-40)
42. [] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-41)
43. [] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-42)
44. [] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-43)
45. [] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-44)
46. [] 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. [↑](#endnote-ref-45)
47. []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. [↑](#endnote-ref-46)
48. [] 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. [↑](#endnote-ref-47)
49. [] 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. [↑](#endnote-ref-48)
50. [] 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. [↑](#endnote-ref-49)
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. [↑](#endnote-ref-50)
52. Adaptado de: Hydrofracturing and Induced Seismicity de Thompson, T. (2011). Hydrofracturing and Induced Seismicity. Wisconsin Ground Water Association (WGWA) Newsletter, 25(4)., disponible en http://static1.1.sqspcdn.com/static/f/1103553/15604324/1323901245270/hydrofracturing.pdf?token=9KXFFgrZUz%2Fz1fWifq7CIgV6jTU%3D consultado 16 de diciembre 2015. [↑](#endnote-ref-51)
53. [] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MINAMBIENTE. Términos de Referencia Estudio de Impacto Ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos M-M-INA-01. Bogotá, 2014. [↑](#endnote-ref-52)
54. [] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MINAMBIENTE. Términos de Referencia Estudio de Impacto Ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos M-M-INA-01. Bogotá, 2014. [↑](#endnote-ref-53)
55. [] Adaptado de: CORREA CORTÉS, Elena. Impactos socio-económicos de grandes proyectos: Evaluación y manejo. *s.l. s.n.* 1999. [↑](#endnote-ref-54)
56. [] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 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”. Bogotá: Congreso de la República, 2012. [↑](#endnote-ref-55)
57. [] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesauro Ambiental para Colombia. [Tesauro]. *s.l.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. *s.f.* Disponible en [http://biblovirtual.MINAMBIENTE.gov.co:3000/http://biblovirtual.MINAMBIENTE.gov.co:3000/](http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/) [↑](#endnote-ref-56)
58. 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 al*. (Eds.) González H Claudia V. Idárraga A Jorge.; Poveda G Amanda.; *et al*. (Textos). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. 72 p. [↑](#footnote-ref-4)
59. Conocidos también como Equipamientos Socioeconómicos, que corresponden a escenarios o instalaciones físicas en las que se prestan servicios en beneficio de una comunidad específica. Se consideran en esta categoría: centros educativos, hospital, centro de salud, puesto de salud, escenario deportivo, escenario recreativo, infraestructura comunitaria, infraestructura de servicios públicos, de comercialización y abasto, de administración y seguridad, entre otros. [↑](#footnote-ref-5)
60. El área de influencia del proyecto, obra o actividad debe considerarse como una única área, no necesariamente continúa, que resulta de la integración o sumatoria de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio. En los casos en que en este documento se mencione “*el área de influencia”* o*” las áreas de influencia*”, se entenderá como el área de influencia del proyecto, obra o actividad. [↑](#footnote-ref-6)
61. Los impactos ambientales significativos se determinan después del proceso de evaluación ambiental del proyecto y corresponden a los que obtengan mayores calificaciones, de acuerdo con la metodología utilizada y la jerarquía de valoración establecida. [↑](#footnote-ref-7)
62. 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). [↑](#footnote-ref-8)
63. En caso de que sea posible, incluyendo los indicadores ambientales empleados por Institutos tales como IDEAM, INVEMAR y el IAVH. [↑](#footnote-ref-9)
64. En áreas desérticas del país, se debe realizar la caracterización considerando dos períodos secos. [↑](#footnote-ref-10)
65. IDEAM. 2002. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. Bogotá, D. C. [↑](#footnote-ref-11)
66. Especificaciones de Ubicación en puntos de desviación de corriente: Sobre los cuerpos de agua de tipo trenzado o anastomosado, deben contemplarse las mediciones donde el caudal se encuentre agrupado.

    En cuerpos de agua de tipo meándrico es necesario establecer los puntos de medición en tramos de sección resto, descartando la ubicación en curvas de la corriente. [↑](#footnote-ref-12)
67. En caso que el Ministerio Adopte una metodología, esta deberá ser acogida. [↑](#footnote-ref-13)
68. Este punto se orienta sobre todo a la actualización de los usuarios del recurso hídrico (tanto por captación como por vertimientos) presentes en la zona de influencia del proyecto, con el fin de identificar posibles tramos de alteración a las otras actividades. [↑](#footnote-ref-14)
69. IDEAM, 2004. Guía para el monitoreo y seguimiento del agua. Bogotá, D. C. 39 p. [↑](#footnote-ref-15)
70. IDEAM. 2002. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. Bogotá, D. C. [↑](#footnote-ref-16)
71. IDEAM, INVEMAR y DANE. 2004. Guía para el monitoreo y seguimiento del agua. Bogotá, D. C. 39 p. [↑](#footnote-ref-17)
72. MINAMBIENTE, IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, SINCHI, IIAP y PNN. 2015. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacifico John von Neumann y Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá, D. C, 276 p.+37 hojas cartográficas. [↑](#footnote-ref-18)
73. 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. [↑](#footnote-ref-19)
74. Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. Umaña, A. M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p. [↑](#footnote-ref-20)
75. Se pueden utilizar herramientas de Sistemas de Información Geográfica – SIG para realizar los análisis de fragmentación. [↑](#footnote-ref-21)
76. 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. [↑](#footnote-ref-22)
77. 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, esta deberá ser utilizada por aquellos usuarios a quienes no se haya emitido auto de inicio. [↑](#footnote-ref-23)
78. Ver numeral 4.2. [↑](#footnote-ref-24)
79. 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. [↑](#footnote-ref-25)
80. 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, estos deberán ser utilizados por el usuario. [↑](#footnote-ref-26)
81. 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. [↑](#footnote-ref-27)
82. Se podrán considerar como Otras Unidades Sociales a lospropietarios 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. [↑](#footnote-ref-28)
83. 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, esta deberá ser utilizada por el usuario. [↑](#footnote-ref-29)
84. Una vez el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible publique la Guía Metodológica para la Estimación del Caudal Ambiental en Colombia, se deberán aplicar los criterios y lineamientos allí definidos. [↑](#footnote-ref-30)
85. Una vez el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible publique la Guía Metodológica para la Estimación del Caudal Ambiental en Colombia, se deberán aplicar los criterios y lineamientos allí definidos. [↑](#footnote-ref-31)
86. Una vez MINAMBIENTE expida la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico, los aspectos para la modelación de la capacidad de asimilación del cuerpo receptor frente a las descargas de aguas residuales producidas por las actividades, esta deberá ser utilizada por el solicitante. [↑](#footnote-ref-32)
87. 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 deberá ser atendida por el usuario. [↑](#footnote-ref-33)
88. 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. [↑](#footnote-ref-34)
89. Factores de emisión reportados por EPA-E.E.U.U., EMEP/EEA, EMEP/CORINAIR, NPI/NATIONAL POLLUTANT INVENTORY. [↑](#footnote-ref-35)
90. 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, esta deberá ser utilizada por el usuario. [↑](#footnote-ref-36)
91. DNP. [www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co) [Fecha de consulta 12/02/2015]. [↑](#footnote-ref-37)
92. 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 o mitigar los impactos a los que alude. [↑](#footnote-ref-38)
93. En caso de que la autoridad ambiental establezca o adopte con posterioridad a estos términos de referencia un sistema de indicadores, estos deberán ser utilizados por el usuario. [↑](#footnote-ref-39)
94. Tomado de Guía para la evaluación de impacto ambiental de centrales geotérmicas de generación energía eléctrica. Servicio de evaluación ambiental SEA.2012 [↑](#footnote-ref-40)
95. Actualmente, la Resolución 256 de 2018, que actualiza el Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico. [↑](#footnote-ref-41)
96. Esta información se debe presentar a modo de referencia para la autoridad ambiental; su cumplimiento se debe dar de acuerdo a la vida útil del proyecto, obra o actividad, y hasta que se demuestre el logro de los objetivos propuestos en el plan de compensación conforme a la línea base del área impactada. [↑](#footnote-ref-42)
97. Para la identificación de las áreas de alta consecuencia altamente pobladas deben tenerse en cuenta los lineamientos dados en la norma estadounidense CFR 195.45; en la Norma Técnica Colombiana 5747 y los datos del censo del DANE. Para la identificación de las demás áreas de alta consecuencia se tendrá en cuenta los lineamientos del Estándar API 1160. [↑](#footnote-ref-43)
98. Las áreas de alta consecuencia serán definidas para proyectos que involucren sustancias químicas, contaminantes, explosivas, residuos peligrosos, hidrocarburos y sus derivados, entre otros, en los procesos de extracción, producción, transformación, almacenamiento y transporte. [↑](#footnote-ref-44)
99. República de Colombia, Congreso de Colombia. Ley 165 del 9 de noviembre de 1994. Por medio del cual se aprueba el Convenio sobre Diversidad Biológica Naciones Unidas 1992. [↑](#footnote-ref-45)