MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

RESOLUCIÓNES

RESOLUCIÓN NÚMERO 0561 DE 2022

(mayo 27)

por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, requerido para el trámite de licencia ambiental en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica, y se toman otras determinaciones.

El Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, y en especial las conferidas en los artículos 2° y 5° numeral 14 de la Ley 99 de 1993, el numeral 19 del artículo 2° del Decreto ley 3570 de 2011 y en desarrollo de lo dispuesto en el numeral 4 del artículo 21 de la Ley 1715 de 2014 y el artículo 2.2.2.3.3.2 del Decreto 1076 de 2015 y,

CONSIDERANDO:

Que el Decreto ley 3570 del 27 de septiembre de 2011, consagró como objetivos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la definición de las regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

Que el numeral 19 del artículo 2° del precitado decreto en concordancia con el numeral 14 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, establecieron como funciones de este Ministerio la definición y regulación de los instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para la prevención y el control de los factores de deterioro ambiental y determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambiental de las actividades económicas.

Que el artículo 2.2.2.3.3.1 del Decreto 1076 de 2015, señala que los estudios ambientales para el licenciamiento ambiental son el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) y el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Que el artículo 2.2.2.3.3.2 ibídem, establece que: *"Los términos de referencia son los lineamientos generales que la autoridad ambiental señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales que deben ser presentados ante la autoridad ambiental competente.*

Los estudios ambientales se elaborarán con base en los términos de referencia que sean expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El solicitante deberá adaptarlos a las particularidades del proyecto, obra o actividad. (...)".

Que así mismo indica el artículo 2.2.2.3.3.2 del precitado decreto que los términos de referencia deben ser utilizados por el solicitante de una licencia ambiental *"de acuerdo con las condiciones específicas del proyecto, obra o actividad que pretende desarrollar".*

Que no obstante la utilización de los términos de referencia, el solicitante deberá presentar los estudios ambientales de que trata el artículo 2.2.2.3.3.1 del citado, de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, adoptada por este Ministerio mediante la Resolución 1402 de 2018 o la norma que la modifique o sustituya. Adicionalmente, y en razón de las particularidades de los proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica, la elaboración de dichos estudios ambientales debe atender los requerimientos señalados en los presentes términos de referencia, que son adicionales, complementarios y específicos a este tipo de proyectos.

Que la Ley 1715 de 2014, por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, define en el numeral 12 del artículo 5, la energía geotérmica como: *"energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en el calor que yace del subsuelo terrestre".*

Que el numeral 4 del artículo 21 de la ley en mención, modificado por el artículo 13 de la Ley 2099 de 2021, señala que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), determinará los parámetros ambientales que deberán cumplir los proyectos desarrollados con energía geotérmica, la mitigación de los impactos ambientales que puedan presentarse en la implementación, y los términos de referencia para obtener la licencia ambiental en los casos que esta aplique; en ningún caso se desarrollará en las áreas del Sistema Nacional de áreas Protegidas SINPA ni en contraposición con lo establecido en la Ley 1930 de 2018.

Que por lo anterior, este Ministerio, ejerciendo las facultades que le fueron otorgadas mediante la Ley 99 de 1993, el Decreto ley 3570 de 2011 y el Decreto 1076 de 2015, y el artículo 21 de la Ley 1715 de 2014, adoptará los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), de proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica.

Que los términos de referencia que se adoptan a través del presente acto administrativo, constituyen una herramienta que pretende facilitar el proceso de elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y una guía general, no exclusiva, para la elaboración del mismo, por lo tanto, los estudios ambientales podrán contener información no prevista en los términos de referencia, cuando a juicio del solicitante, dicha información se considere indispensable para que la autoridad ambiental competente tome la decisión respectiva.

En mérito de lo expuesto;

RESUELVE:

Artículo 1°. *Adopción.* Adóptense los Términos de Referencia identificados con el Código TdR-019, para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), requerido para el trámite de la licencia ambiental en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica, contenidos en el documento anexo a la presente resolución, el cual hace parte integral de la misma.

Artículo 2°. Ámbito de *aplicación*. Los términos de referencia que se adoptan mediante la presente resolución, son aplicables a las autoridades ambientales y a los particulares dentro del trámite de licenciamiento ambiental para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica.

Artículo 3°. *Verificación.* El interesado en obtener la Licencia Ambiental, deberá verificar que no queden excluidos de la evaluación aspectos que puedan afectar y/o producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje.

De la misma manera, podrá suprimir o no aportar parcialmente alguna de la información solicitada en los términos de referencia, que considere que no es pertinente y que por lo tanto no aplica a su proyecto, obra o actividad.

Parágrafo. En los anteriores eventos, el solicitante deberá justificar técnica y/o jurídicamente, las razones por las cuales no se incluye dicha información.

Artículo 4°. *Información adicional*. La presentación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) con sujeción a los términos de referencia adoptados en esta resolución, no garantiza el otorgamiento de la licencia ambiental, ni limita la facultad que tiene la autoridad ambiental de solicitar al interesado la información adicional específica que se considere indispensable para evaluar y decidir sobre la viabilidad del proyecto.

Parágrafo. El interesado deberá incorporar dentro del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), además de lo establecido en los Términos de Referencia que por esta resolución se adoptan, toda la información que sea necesaria de conformidad con las disposiciones legales vigentes, para acceder al uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables y al ambiente.

Artículo 5°. *Régimen de transición*. Los proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica que, a la fecha de entrada en vigencia de la presente resolución, hayan radicado el respectivo Estudio de Impacto Ambiental con base en los términos de referencia fijados de forma específica, continuarán su trámite y deberán ser evaluados de conformidad con los mismos.

Los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) elaborados según los términos de referencia fijados de forma específica y, que no hayan sido presentados, no se regirán por el presente acto administrativo, siempre y cuando estos estudios sean radicados en un término máximo de seis (6) meses contados a partir de la entrada en vigencia del presente acto administrativo.

Artículo 6°. *Vigencia*. La presente resolución rige a partir de su publicación en el ***Diario Oficial***.

Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 27 de mayo de 2022.

El Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible,

Carlos Eduardo Correa Escaf.

El ambiente es de todos Minambiente

ANLA AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES

TÉRMINOS DE REFERENCIA
PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA, EN PROYECTOS DE EXPLORACIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA GEOTÉRMICA PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA

TdR - 019

BOGOTÁ D.C.
2021

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO....2
LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS....6
GLOSARIO....8
CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO....13
RESUMEN EJECUTIVO....15
OBJETIVOS....16
GENERALIDADES....16
METODOLOGÍA....18
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO....19
1.1. LOCALIZACIÓN....19
1.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO....21
1.3. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE....21
1.3.1. FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO....22
1.3.2. DISEÑOS DE LAS OBRAS....22
1.3.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS....22
1.3.3.1. VÍAS DE ACCESO....22
1.3.3.2. CORREDORES DE ACCESO EXISTENTES:....22
1.3.3.3. CORREDORES DE ACCESO NUEVOS:....23
1.3.3.4. PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN DE POZOS....25
1.3.3.5. PERFORACIÓN DE POZOS DE GRADIENTE TÉRMICO....25
1.3.3.6. PERFORACIÓN DE POZOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA Y/O INYECTORES....26
1.3.3.7. INFRAESTRUCTURA ASOCIADA AL PROYECTO....27
1.3.4. INSUMOS DEL PROYECTO....28
1.3.5. MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBRANTES DE EXCAVACIÓN Y DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN....29
1.3.6. RESIDUOS....30
1.3.7. COSTOS DEL PROYECTO....32
1.3.8. CRONOGRAMA DEL PROYECTO....32
1.3.9. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO....32
2. ÁREA DE INFLUENCIA....32
3. PARTICIPACIÓN CON AUTORIDADES Y COMUNIDADES....32
4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA....35
4.1. MEDIO ABIÓTICO....35
4.1.1. GEOLÓGICO....35
4.1.1.1. ESTRATIGRAFÍA....36
4.1.1.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL....36
4.1.1.3. SISMICIDAD....37
4.1.1.4. GEOMORFOLOGÍA....37
4.1.1.5. GEOTECNIA....38
4.1.2. EDAFOLÓGICO....38
4.1.3. USO DE LAS TIERRAS....38
4.1.4. HIDROLÓGICO....39
4.1.4.1. CLIMA....40
4.1.4.2. CALIDAD DEL AGUA....41
4.1.4.3. USOS DEL AGUA....43
4.1.5. HIDROGEOLÓGICO....44
4.1.6. ATMOSFÉRICO....46
4.1.6.1. METEOROLOGÍA....47
4.1.6.2. INVENTARIO DE FUENTES DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS....47
4.1.6.3. CALIDAD DEL AIRE....48
4.1.6.4. RUIDO Y VIBRACIONES....49
4.2. MEDIO BIÓTICO....50
4.2.1. ECOSISTEMAS....51
4.2.2. ECOSISTEMAS TERRESTRES....52
4.2.2.1. FLORA Y LÍQUENES....52
4.2.2.2. FAUNA....56
4.2.2.3. ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN Y CONECTIVIDAD....57
4.2.3. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES....58
4.2.4. ÁREAS Y ECOSISTEMAS DE ESPECIAL INTERÉS AMBIENTAL (AEIA) 59
4.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO....59
4.4. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS....60
4.5. PAISAJE....61
5. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL....61
6. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES....62
6.1. CONCESIÓN DE AGUA SUPERFICIAL....63
6.2. EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS....64
6.3. CONCESIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA....64
6.4. PERMISO DE VERTIMIENTO....67
6.4.1. VERTIMIENTOS EN CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES....68
6.4.2. VERTIMIENTOS EN SUELOS....68
6.4.3. REINYECCIÓN DE AGUA DE PERFORACIÓN Y PRUEBAS DE PRODUCCIÓN....69
6.5. OCUPACIÓN DE CAUCES.....72
6.6. APROVECHAMIENTO FORESTAL....73
6.7. PERMISO DE EMISIÓN ATMOSFÉRICA....73
7. EVALUACIÓN AMBIENTAL....75
7.1. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO....75
7.2. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO.....75
8. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL....76
9. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO....77
10. PLANES Y PROGRAMAS....77
10.1. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL....78
10.1.1. PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL....78
10.2. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO....79
10.3. PLAN DE CONTINGENCIAS....79
10.4. PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO....82
10.5. PLAN DE INVERSIÓN DE NO MENOS DEL 1%....82
10.6. PLAN DE COMPENSACIONES DEL MEDIO BIÓTICO EN EL MARCO DEL PROCESO DE LICENCIAMIENTO AMBIENTAL....82
11. BIBLIOGRAFÍA....84

LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS[1]

ARD: Aguas residuales domésticas

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas

FNCER: Fuentes No Convencionales de Energía Renovable

IAvH: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt Colombia

MGEPEA: Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales.

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas

NORM: Materiales radiactivos de origen natural

PET: Población en Edad de Trabajar

PGIRS: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

RURH: Registro de Usuarios del Recurso Hídrico

SIG: Sistema de Información Geográfica

SINCHI: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas

SIRAP: Sistema Regional de Áreas Protegidas

SSEE: Servicios Ecosistémicos

SUN: Salvoconducto Único Nacional

SVCA: Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire

TPD: Tráfico Promedio Diario

[1] Las siglas incluidas en esta sección son complementarias a las establecidas en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales adoptada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

UAF: Unidad Agrícola Familiar

UPME: Unidad de Planeación Minero-Energética

ZODAR: Zona de Disposición de Aguas Residuales

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

GLOSARIO

Para la aplicación de los presentes términos de referencia se tendrá en cuenta el siguiente glosario[2]:

- **Amenaza natural**: aquel que se deriva de un peligro o amenaza hidrometeorológica, geológica o biológica. [1]
- **Capa sello**: capa de rocas con poca o nula permeabilidad. Puede ser una roca sedimentaria o volcánica con impermeabilidad primaria (arcilla, limolita, toba, etc.) o una roca impermeabilizada por autosellamiento debido a efectos prolongados de la actividad geotérmica. [2]
- **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. [3]
- **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. [4]
- **Efecto invernadero**: fenómeno natural por el cual la tierra retiene parte de la energía solar, permitiendo mantener una temperatura que posibilita el desarrollo natural de los seres vivos que la habitan.
- **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 de este, 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. [5]

[2] Las referencias incluidas son complementarias a las establecidas en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales adoptada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y sus fuentes se encuentran al final del documento, en el ítem de Bibliografía.

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

- **Emisión fugitiva**: emisión ocasional de material contaminante.
- **Energía geotérmica**: energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en el calor que yace del subsuelo terrestre. [6]
- **Flujos de materiales**: comprende la secuencia de las actividades de extracción de materias primas, transformación o fabricación de productos, uso o consumo y gestión de los residuos resultantes del consumo.
- **Fluido geotérmico:** el fluido geotérmico es agua, en la mayoría de los casos de origen meteórico, en fase líquida o en fase vapor, dependiendo de su temperatura y presión. Este fluido generalmente transporta sustancias solución y gases como dióxidos de carbono y sulfuro de hidrógeno. [7]
- **Fondo natural (natural background)[3]**: dosis, tasas de dosis o concentraciones de la actividad asociadas a fuentes naturales de radiación o a cualesquiera otras fuentes existentes en el medio ambiente que no sean susceptibles de control.
- **Fuente de calor**: anomalía térmica de donde proviene el calor requerido para la formación de un sistema geotérmico que en regiones volcánicas puede ser suministrado por una masa de magma de alta temperatura situada en la corteza ya sea como una intrusión en proceso de enfriamiento o como una cámara magmática que ha alimentado un volcán o una caldera [8]. Parte del manto y el magma contienen una fuente interna de calor proveniente de la descomposición de los isótopos radiactivos y posiblemente de las fuentes de calor que surgen del cambio de fase química luego de las variaciones de temperatura. En sistemas de baja temperatura la fuente de calor puede ser la temperatura normal de la Tierra debido al gradiente térmico que incrementa con la profundidad. [9]
- **Fuentes Naturales de Radiación[4]**: fuentes de radiación natural, como el sol y las estrellas (fuentes de radiación cósmica), y las rocas y el suelo (fuentes de radiación terrestres)
- **Fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER)**: aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son

[3] Fuente Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA. Viena, 2007.
[4] Ibidem.

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER: la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser consideradas como FNCER según lo determine la UPME. [10]

- **Manantial termal**: lugar en el que el agua emerge de forma natural desde una roca o el suelo y fluye hacia la superficie o hacia una masa de agua superficial [11] cuya temperatura es superior a la media anual en el lugar, por lo menos 4°C. [12]

- **Manejo del desastre**: proceso de la gestión del riesgo compuesto por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, la ejecución de dicha respuesta y la ejecución de la respectiva recuperación (rehabilitación y recuperación). [13]

- **Paisaje fisiográfico**: porción del espacio geográfico homogéneo 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). [14]

- **Pozos de gradiente térmico**: pozos delgados y someros, generalmente con profundidad entre 50 y pocos cientos de metros. Su principal propósito es estudiar las condiciones de temperatura a condiciones someras (variación con la profundidad, llamada gradiente térmico) y estimar el flujo de calor. En contraste con los pozos geotérmicos, de exploración o producción, las perforaciones de gradiente pueden ser clasificados como una herramienta de exploración. [15]

- **Pozos de exploración geotérmica**: pozos con el objetivo de alcanzar un blanco específico del sistema geotérmico, generalmente el reservorio. Su principal propósito es estudiar condiciones de temperatura, permeabilidad y condiciones químicas del blanco. Son llamados pozos delgados (Slim Wells), si su diámetro es inferior a 15 cm, perforados con el único propósito de conocer las condiciones a la profundidad del blanco, o pozos exploratorios diseñados como pozos de producción (pozos de diámetro completo). Los pozos delgados son utilizados para estimar la capacidad de producción de pozos a perforar posteriormente a la misma profundidad. Los pozos de exploración pueden convertirse en pozos de producción, si son exitosos. Los pozos delgados son considerablemente menos costosos que los de diámetro completo y pueden ser más apropiados cuando el riesgo involucrado es grande. [16]

- **Pozos de reinyección**: pozos empleados para disponer o retornar el fluido agotado de energía al sistema geotérmico o para inyectar agua de diferente origen como recarga suplementaria. [17]

- **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. [18]

- **Radiación ionizante**[5]: para los efectos de la protección radiológica, radiación capaz de producir pares de iones en materia biológica.

- **Radiactivo**[6]: que presenta radiactividad; que emite radiación o partículas ionizantes que guardan relación con esas emisiones.

- **Radionucleidos de origen natural**[7]: radionucleidos presentes naturalmente en la Tierra en cantidades importantes.

- **Recurso geotérmico**: calor contenido en el interior de la tierra, y el cual se almacena o está comprendido en las rocas del subsuelo y/o en los fluidos del subsuelo. [19]

- **Reservorio o yacimiento geotérmico**: volumen de rocas calientes permeables con un volumen suficientemente grande para asegurar la explotación prolongada de fluidos geotérmicos, localizado dentro de un sistema hidrológico que permita la recarga hidráulica del área en explotación. [20]

- **Vigilancia radiológica**[8]: medición de la exposición, la dosis o la contaminación por razones relacionadas con la evaluación o el control de la exposición a radiación o a sustancias radiactivas e interpretación de los resultados.

- **Vulnerabilidad**: susceptibilidad o sensibilidad que tiene una comunidad de ser afectada 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. [21]

- **Zona de descarga geotérmica**: área en donde la tabla de agua alcanza o va por encima de la elevación topográfica. Se considera que las áreas dentro de una zona de descarga tienen el volumen fluido suficiente para la existencia de un recurso geotérmico. Sin embargo, la existencia de formaciones geológicas que actúan como acuitardo a escala local, podría impedir la presencia de agua en la superficie dentro de una zona de descarga. [22]

- **Zona de recarga geotérmica**: área en donde la precipitación puede permear dentro del subsuelo [23] a partir de lo cual el agua meteórica puede reemplazar los fluidos que escapan del reservorio a través de manantiales o que son extraídos mediante pozos. [24]

[5] Tomado de la Resolución Minenergía 40185 de 2020.
[6] Tomado de la Resolución Minenergía 18 1434 de 2002.
[7] Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA. Viena, 2007.
[8] Tomado de la Resolución Minenergía 18 1434 de 2002.

CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El interesado en elaborar y presentar un EIA en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica, debe atender los requerimientos señalados en los presentes términos de referencia, siguiendo las directrices establecidas en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (en adelante MGEPEA), adoptada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

En todo caso y dependiendo de las condiciones ambientales particulares del entorno y de las características del proyecto, obra o actividad que se propone, la elaboración del EIA debe contemplar los requerimientos de información que apliquen al caso particular, suministrando la información necesaria y suficiente para describir el proyecto y caracterizar el área que podría sufrir deterioro con su ejecución, así como para identificar, calificar y evaluar sus impactos, señalar cuáles no podrían ser evitados o mitigados y para establecer las medidas de manejo ambiental correspondientes y demás planes requeridos por la ley y los reglamentos.

Adicionalmente, y debido a las particularidades de los proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica con fines de generación de energía eléctrica en áreas de plataforma continental, la elaboración de dichos estudios ambientales debe atender los requerimientos señalados en los presentes términos de referencia, que son adicionales, complementarios y específicos a este tipo de proyectos.

Los términos de referencia contenidos en el presente documento constituyen los lineamientos generales que orientan la elaboración del EIA para proyectos de exploración de fuentes de energía alternativa virtualmente contaminantes con fines de generación eléctrica para capacidad instalada igual o superior a diez (10) MW, cuya ejecución requiere la obtención de licencia ambiental de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.2.3.2.2, numeral 4, literal b, y articulo 2.2.2.3.2.3 numeral 4 literal d del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.

El EIA debe ser elaborado en el marco del principio de desarrollo sostenible, partiendo de la aplicación de buenas prácticas ambientales y con la mejor información disponible de alto nivel científico y técnico.

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 locales y regionales en donde se pretenda desarrollar, y son aplicables tanto para proyectos competencia de ANLA, como de las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y las autoridades ambientales creadas mediante la Ley 768 de 2002 y la Ley 1617 de 2013 (modificada por la Ley 2082 de 2021).

Adicionalmente, los EIA deben contemplar los siguientes aspectos:

- La información cartográfica debe estar acorde y debidamente estructurada con el modelo de datos del MAG según con lo establecido en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 expedida por Minambiente, o aquella que la modifique, sustituya o derogue; y de igual forma, en cuanto al origen de coordenadas con la Resolución 471 del 14 de mayo de 2020 y la posterior Resolución 529 del 5 de junio de 2020 así como la Resolución 370 del 16 de junio del 2021 en cuanto a la proyección cartográfica oficial para Colombia, emitidas por el IGAC, o la norma que la modifique y/o sustituya.

- Su contenido debe estar conforme a lo desarrollado en el estudio ambiental y debe garantizar en su entrega los criterios mínimos de calidad de los datos como la exactitud posicional, exactitud de atributos, consistencia lógica, coherencia topológica, compleción, calidad temporal y procedencia.

- En la elaboración del EIA se deben tener en cuenta las especificaciones técnicas señaladas en el Título I y Título III de la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales-MGEPEA9, adoptada mediante Resolución 1402 del 25 de julio de 2018 del Minambiente, o aquella norma que la modifique o sustituya.

- El EIA debe contener entre sus anexos, la constancia del registro ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) del Programa de Arqueología Preventiva, conforme a los lineamientos por el ICANH y con lo establecido en el Decreto 138 de 2019 que modifica el Decreto 1080 de 2015 o aquella que la modifique, sustituya. Adicionalmente, se debe tener en cuenta ante el trámite con la autoridad competente la existencia de sitios con potencial patrimonio cultural o aquellos yacimientos arqueológicos que por la singularidad de sus contenidos culturales ameriten ser preservados para la posteridad.

[9]Las especificaciones técnicas deben ser adaptadas al alcance de los presentes términos de referencia.

El EIA debe ser entregado junto con la solicitud de la Licencia Ambiental a través de VITAL de Minambiente, disponible en el siguiente vínculo: http://vital.minambiente.gov.co/SILPA/TestSilpa/security/login.aspx. Se debe incluir la información requerida en el artículo 2.2.2.3.3.1, sección 3, Estudios Ambientales, y en el artículo 2.2.2.3.4.3, sección 4 Diagnóstico Ambiental de Alternativas, del Capítulo 3 del Decreto 1076 de 2015, o el que lo modifique, sustituya o derogue.

El Estudio de Impacto Ambiental debe contener:

RESUMEN EJECUTIVO

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

- Localización del proyecto.

- Síntesis del proyecto en donde se establecen las características relevantes de las actividades de exploración geotérmica.

- Síntesis de localización, extensión y características principales de las áreas de influencia.

- Síntesis de las necesidades de uso y/o aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables requeridos por el proyecto. Se debe incluir una tabla donde se indique el permiso requerido y las características generales de la solicitud (caudal, coordenadas, volumen de aprovechamiento, entre otros).

- Principales resultados de la evaluación ambiental, señalando los impactos ambientales significativos del proyecto.

- Síntesis de la metodología de evaluación de impactos utilizada, para la valoración, jerarquización y cuantificación de los impactos ambientales significativos.

- Síntesis de la zonificación ambiental, presentar en forma breve los resultados del proceso de zonificación ambiental.

- Síntesis de la zonificación de manejo ambiental, presentar de manera puntual los resultados del proceso de zonificación (Tablas, gráficos etc.).

- Reseña del PMA. Presentar el listado de programas y subprogramas de manejo ambiental propuestos dentro del EIA; así como los correspondientes al seguimiento y monitoreo.

- Breve reseña del Plan de Contingencias.

- Resumen del Plan de Inversión Forzosa de no menos del 1%, en los casos que aplique.

- Resumen del Plan de Compensaciones del Medio Biótico.

- 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 para seguir en la fase de desmantelamiento y abandono.

El resumen ejecutivo debe ser una síntesis de los principales elementos del EIA, de tal forma que permita a la autoridad ambiental tener una visión general del proyecto, las particularidades del medio donde se pretende desarrollar, los impactos ambientales significativos y los programas ambientales formulados 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 entre las cuales se deben considerar, pero sin limitarse a ellas, radicación de solicitudes de sustracción de reservas forestales de Ley 2 de 1959, registro ante el ICANH del Programa de arqueología preventiva, identificación de ecosistemas y áreas sensibles y estratégicas y áreas protegidas, conceptos de compatibilidad en áreas de manejo especial, zonificación establecida en los instrumentos de ordenamiento territorial, ubicación de otros proyectos en ejecución en el área de influencia (p. e. proyectos de interés nacional y regional), entre otros aspectos que se consideren relevantes.

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 y lo relativo a comunidades y grupos étnicos en dicha área, en el marco que les confiere la Constitución Nacional, la Ley 99 de 1993, la Ley 70 de 1993, la Ley 21 de 1991 y demás leyes aplicables en la materia.

Adicionalmente se debe incluir, 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 lo establecido en el artículo 2.2.2.9.2.1, Sección 2, Capítulo 9, Título 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 de Minambiente, o el que lo modifique, sustituya o derogue, allegando copia de dicho acto administrativo.

Para la explotación de fuentes de materiales, se debe tener en cuenta lo dispuesto en el Decreto 1374 de 27 de junio de 2013 y demás normativa vigente relacionada con la materia, así como los lineamientos relacionados en el capítulo de descripción del proyecto de los presentes términos de referencia.

Se debe identificar si para el área de influencia que se determine está prevista la ejecución de proyectos de interés nacional y regional, con el fin de identificar y evaluar posibles superposiciones y los conflictos que esto acarree.

Se debe establecer la congruencia entre las potenciales implicaciones de la ejecución del proyecto, y las políticas, planes y programas que a nivel nacional, departamental y municipal tengan incidencia en el área de influencia del proyecto, evaluando las condiciones y/o restricciones que dichos instrumentos de planificación imponen sobre el manejo del ambiente y los recursos naturales renovables.

ALCANCES

- **Alcance**: el alcance del estudio debe atender lo establecido en los presentes términos de referencia, de acuerdo con la pertinencia de los mismos respecto a las características específicas del 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, de forma detallada, las diferentes metodologías utilizadas para la elaboración del EIA, incluyendo los procedimientos de recolección, el procesamiento y análisis de la información; sus memorias de cálculo y el grado de incertidumbre de cada una de ellas, así como las fechas o períodos a los que corresponde el levantamiento de información para cada componente y medio. Se debe utilizar información primaria y secundaria (siempre y cuando esta sea pertinente, suficiente, actualizada y representativa para el área de influencia) de acuerdo con las técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, referenciando las fuentes de manera clara.

Las metodologías, completas y detalladas, deben ser presentadas como parte del presente numeral, en anexos o como parte del capítulo al que corresponda.

Para que el Estudio de Impacto Ambiental EIA proporcione la información suficiente para hacer de este el instrumento básico que permita a la autoridad ambiental tomar decisiones sobre la viabilidad ambiental, debe contener la información y su análisis de acuerdo con los lineamientos, requerimientos y elementos metodológicos generales que se establece la MGEPEA. No obstante, de ser necesario, o por la especificidad de los temas se podrá recurrir a procedimientos metodológicos acordes con las variables a medir.

Igualmente, se debe dar cumplimiento a los aspectos a continuación relacionados:

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

incorporará el ámbito veredal), que permita dimensionar y ubicar el proyecto en el entorno geográfico.

Asimismo, se debe localizar el proyecto en un mapa georreferenciado a una escala de presentación 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 y siguiendo la estructura de datos definida en el MAG.

Las escalas indicadas en estos términos de referencia deberán permitir la identificación geoespacial de los diferentes elementos socio ambientales objeto de análisis, evaluación y posterior establecimiento de medidas de manejo según corresponda.

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.
- Jurisdicción regional y local del área del proyecto.
- Asentamientos humanos.
- Equipamientos colectivos.[10]
- Ubicación de áreas del SINAP y el SIRAP, ecosistemas estratégicos y áreas ambientalmente sensibles.
- Infraestructura existente: (p. e. acueductos, vías, líneas de transmisión de energía, líneas de transporte de hidrocarburos, telecomunicaciones), red vial o férrea.

La presentación de la información cartográfica debe cumplir con los parámetros establecidos por la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 expedida por Minambiente, o aquella que la modifique y/o sustituya; del mismo modo, el origen de coordenadas deberá cumplir con los lineamientos definidos por la Resolución 471 del 14 de mayo de 2020, modificada por la Resolución 529 del 5 de junio de 2020, emitidas por el IGAC, o la norma que la modifique y/o sustituya.

[10] 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.

Los archivos en formato *Raster* deben ser entregados a la autoridad en formato digital, como soporte a la información geográfica y cartográfica exigida en el MAG, reglamentado por la Resolución 2182 de 2016 o por aquella norma que la modifique o sustituya. En caso de que aplique, los productos de sensores remotos deben ser entregados con licencia multiusuario, con una resolución espacial acorde a la escala del estudio, con la cual se permita a la autoridad ambiental competente hacer uso de la información. Esta información *Raster* debe ser, en lo posible, no mayor a tres (3) años de la fecha de captura.

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

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

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El interesado debe presentar la descripción del proyecto en cumplimiento de los lineamientos del capítulo respectivo de la MGEPEA, señalando su objetivo fundamental y alcance, presentando su localización, características técnicas y de diseño, así como del uso y aprovechamiento de recursos naturales.

Para cada una de las etapas del proyecto, se debe presentar el análisis de flujos de materiales, agua y energía para los diferentes materiales requeridos.

Se debe realizar un cálculo estimado de las emisiones de Gases Efecto Invernadero que sean aplicables al proyecto.

Para la descripción de los proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica, en el EIA se deben contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

1.1. LOCALIZACIÓN

Se debe presentar de manera esquemática la localización geográfica y político-administrativa (departamental, municipal y corregimental, en los casos que aplique

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

1.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Se deben especificar los objetivos y alcance del proyecto de exploración geotérmica señalando los respectivos diseños tipo de la infraestructura a construir y adecuar para la perforación de los pozos exploratorios proyectados, incluidos los accesos.

Adicionalmente se debe presentar la estimación de los sitios de ubicación y disposición de sobrantes de perforación, demás obras o actividades que se consideren necesarias. Se deben señalar las necesidades de recursos naturales, sociales y culturales.

Se deben presentar los volúmenes de corte y relleno, materiales necesarios, localización de las fuentes de abastecimiento y reportar los volúmenes a emplear, sitios de ubicación y disposición de sobrantes de excavación, demás obras o actividades que se consideren necesarias.

Con el propósito de mejorar el desempeño ambiental del proyecto, su estructuración debe propender por la recirculación de materiales e insumos, por el aprovechamiento de la biomasa, por el uso de fuentes renovables de energía, entre otras medidas, que optimicen el uso de recursos e insumos, el aprovechamiento de residuos, y permitan la implementación de buenas prácticas, de tecnologías más limpias y/o encadenamientos productivos[11]. Ante lo cual, para cada una de las etapas del proyecto, se debe presentar el análisis de flujos de materiales, agua y energía para los diferentes materiales requeridos.

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

1.3. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Se debe describir, dimensionar y ubicar en planos o mapas, la identificación de la infraestructura existente en el área de influencia del proyecto, (acueductos, líneas de transmisión de energía, líneas de transporte de hidrocarburos, telecomunicaciones, distritos de riego, vías, predios, infraestructura asociada a proyectos turísticos entre otros).

[11]Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible. Bogotá D.C. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010.

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

1.3.1. Fases y actividades del proyecto

Se debe presentar la descripción de las actividades para cada una de las fases proyecto (previa, constructiva, perforación, completamiento, pruebas, dimensionamiento del yacimiento y potencial geotérmico, desmantelamiento, abandono y restauración), contemplando la infraestructura proyectada (vías, plataformas incluidos los detalles de las estructuras de contención propias de la plataforma como contrapozos, placa taladro, skimmers y/o obras de arte o sistemas de contención y recolección de fluidos en caso de contingencia, cunetas y sistemas de contención complementarios como jarillones, locaciones, pozos, estructuras de conducción de agua, áreas y bodegas de almacenamiento, piscinas y sistemas de almacenamiento de aguas, áreas de instalación de equipos, áreas de operación, obras civiles, campamentos, líneas de flujo y otro tipo de transporte dentro del área a licenciar, asociado a las actividades exploración geotérmica, entre otras), descripción de otras actividades previstas, reinyección (fluido geotérmico y otros fluidos), captación de agua a partir de pozos, gestión residuos, gestión NORM y la infraestructura asociada.

1.3.2. Diseños de las obras

Se deben presentar las características técnicas del proyecto para cada una de las fases mencionadas, incluyendo la información de cada una de las obras de infraestructura que hacen parte de este, estableciendo los criterios de diseño para el dimensionamiento del mismo.

1.3.3. Características técnicas

1.3.3.1. Vías de acceso

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:

1.3.3.2. Corredores de acceso existentes:

Para los corredores de acceso existentes, públicos y/o privados, que se identifique serán utilizados por el proyecto, se debe incluir la siguiente información:

- 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.
- 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).
- Infraestructura asociada a servicios públicos como son redes de transmisión energía, gas, acueductos etc.
- Infraestructura vial asociada a otros sectores económicos: minería, hidrocarburos, turismos, agropecuarios.
- Respecto a las vías de acceso privadas y públicas, establecer quién es el administrador de la vía, y los trámites para obtención de permisos, autorizaciones y/o convenios para la utilización estos corredores viales.
- Describir las actividades de mantenimiento para la infraestructura existente.
- En particular, cuando se prevean convenios, acuerdos u otras figuras para el mantenimiento de las vías con sus administradores, la estrategia prevista para la obtención de materiales de origen natural requeridos para estos mantenimientos.

1.3.3.3. Corredores de acceso nuevos:

Para los corredores de acceso nuevos, se debe incluir la siguiente información:

- Especificaciones técnicas de las vías a construir, estimado de cantidades de materiales, volúmenes de corte y relleno y volúmenes de disposición en

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

ZODME, métodos constructivos (incluyendo métodos de estabilización de cortes y rellenos) e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, plantas y caminos de servicio, entre otros).

- Diseño preliminar 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.
- Descripción del 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.
- Estimativo de uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables (agua, suelo, forestal) requeridos para el trámite de los permisos correspondientes.
- Identificación de áreas y actividades requeridas para la solicitud del permiso de ocupación de cauces.
- Describir las actividades de mantenimiento para la infraestructura proyectada.
- En caso de que el solicitante acuerde la entrega del acceso a un tercero, se deberá plantear la propuesta de entrega del acceso.
- En zonas cercanas a planicies de inundación identificadas presentar los elementos previstos para asegurar la conectividad río-zonas inundables.
- Los cruces fluviales y de los sistemas hidráulicos, la ubicación y el tipo de obra requerida y la descripción de las técnicas y métodos constructivos a emplear para los diferentes tipos cruces fluviales.

Nota: para cada uno de los corredores de acceso (nuevos o existentes) se debe especificar si el uso de estos, por parte del proyecto, es de carácter temporal o permanente.

La información sobre los corredores de acceso nuevos debe presentarse en planos a escala 1:10.000 o más detallada, dependiendo la longitud de los accesos proyectados.

1.3.3.4. Plataformas de perforación de pozos

Se debe presentar la información sobre el área a ocupar con cada uno de los elementos que conformarán las plataformas de perforación, incluyendo como mínimo lo siguiente:

- Ubicación en planos georreferenciados del número máximo de plataformas proyectadas con las respectivas piscinas o tanques cerrados el manejo para fluidos de perforación y manejo de cortes de perforación.
- Relación de las áreas máximas a utilizar por cada tipo de infraestructura a construir o a adecuar.
- Justificación de las áreas solicitadas, analizando las condiciones operativas y de optimización de áreas, con respecto a las necesidades de espacio y distribución de los equipos dentro del área.
- Especificar si las áreas estimadas para las plataformas contemplan:
  - Áreas para las facilidades necesarias para el dimensionamiento del yacimiento geotérmico.
  - Áreas para la adecuación de las ZODME.
  - Zonas de Disposición de Aguas Residuales (ZODAR).
  - Instalaciones de apoyo (campamentos, talleres y otras).
- Descripción de los métodos constructivos, de las obras proyectadas, especificando si el sistema constructivo es total o modular, para el cual se deberá indicar las secuencias en las áreas a intervenir. La suma de estas áreas debe estar considerada en el área total de la locación que se presente.
- Descripción de las necesidades de aislamiento del área e indicación de las características de los cerramientos propuestos.

1.3.3.5. Perforación de pozos de gradiente térmico

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

- Objetivo, ubicación aproximada y número máximo de perforaciones a realizar en cada zona de interés geotérmico.

- Diseño de las perforaciones.
- Equipos, maquinaria e infraestructura requerida.
- Sistema de prevención de explosiones: válvula preventora o BOP (*"blow out preventor"*).
- Características de los pozos de gradiente térmico: 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 gradiente térmico.
- Recuperación y manejo de los núcleos de roca.
- Estándares constructivos y de integridad mecánica.
- Actividades de desmantelamiento, taponamiento y abandono (temporal y final).

1.3.3.6. Perforación de pozos de exploración geotérmica y/o inyectores

Para la actividad de perforación de pozos exploratorios de fluido geotérmico y/o inyectores se debe describir o definir:

- Objetivo, ubicación aproximada y número máximo de pozos a perforar en cada zona de interés geotérmico.
- Equipos, maquinaria e infraestructura requerida.
- Características de los pozos de perforación exploratoria: diseño, profundidad, perfil litológico esperado, diámetro, componentes, entre otras.
- Descripción del sistema de perforación a emplear, especificaciones del equipo características técnicas, estándares y de buenas prácticas para la perforación de pozos geotérmicos y de pozos inyectores.

- Instalaciones de apoyo.
- Sistema de prevención de explosiones: válvula preventora o BOP (*"blow out preventor"*).
- Tiempos estimados de estabilización térmica de pozos una vez perforados.
- Distancias entre los pozos de exploración y/o inyectores.
- Cementación de pozos.
- Pruebas de pozo.
- Descripción del programa de integridad de pozos para las diferentes fases (perforación, pruebas, inyección, desmantelamiento y abandono).
- Medidas de revisión y mantenimiento para asegurar integridad mecánica de los pozos a largo plazo.

Para los pozos reinyectores se deberá considerar adicionalmente lo establecido en la sección 6.4.3

1.3.3.7. Infraestructura asociada al proyecto

Se deben incluir como mínimo las características y ubicación aproximada de la totalidad de la infraestructura asociada, para lo cual se podrá tomar como referencia la siguiente tabla, pero sin limitarse a esta:

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 transitorios. Plano esquemático con la localización de cada campamento y las instalaciones que lo componen.
	Sitios de acopio y almacenamiento de materiales: Localización.
	Otro tipo de infraestructura: Identificación, descripción y localización.
Fuentes de materiales	Identificación y localización.
	Infraestructura de drenaje.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
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 combustible).
Infraestructura de suministro de agua	Sistemas y fuentes de aprovisionamiento de agua para el desarrollo de la actividad. Sistemas de tratamiento de agua.
Infraestructura asociada al proceso de perforación	Plataformas de perforación. Sistemas de manejo de fluidos geotérmicos. Sistemas de manejo de lodos y sobrantes de perforación.
Infraestructura asociada al proceso de pruebas del yacimiento geotérmico	Infraestructura de superficie asociada a las actividades de prueba y elementos complementarios para contingencias Sistemas de tratamiento y disposición de fluidos y aguas residuales

1.3.4. Insumos del proyecto

Para la ejecución 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 2. 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). Para los materiales pétreos se deberán presentar los permisos de viabilidad minera y ambiental correspondientes.
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, metales, prefabricados y triturados, entre otros.
	Estimar y describir las necesidades de energía eléctrica.
	Demás insumos que se requieran para las diferentes actividades de la fase exploratoria del proyecto.
Aprovechamiento de RCD	Residuos sólidos provenientes de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles u otras actividades conexas, susceptibles de aprovechamiento.

Cuando se requiera de materiales de construcción para la ejecución de las obras civiles o su mantenimiento, se deben 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[12]., incluyendo el título minero registrado, el Registro Único de Comercializadores de Minerales (RUCOM) 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.

1.3.5. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición

Cuando se requiera realizar el manejo, transporte, aprovechamiento y disposición final de materiales sobrantes de excavación y otros residuos de construcción y demolición, se debe dar cumplimiento a lo dispuesto en la Resolución 472 de 2017 modificada por la Resolución 1257 del 2021, expedidas por Minambiente, o por la norma que la modifique, sustituya o derogue, y demás normas concordantes.

En este contexto, si el titular de la licencia ambiental corresponde a un gran generador de residuos de construcción y demolición, de acuerdo con las condiciones establecidas en la Resolución 472 de 2017 modificada por la Resolución 1257 del 2021, se debe formular el Programa de Manejo Ambiental de Residuos de Construcción y Demolición.

Si no existen lugares autorizados por las autoridades ambientales para el aprovechamiento y/o disposición final en los municipios aledaños, ni receptores[13] para la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), el manejo de estos residuos se deben definir y describir en el marco del EIA. Se debe incluir como mínimo, la siguiente información para cada sitio de disposición final:

- Relación de los volúmenes estimados de material a disponer en cada uno de los sitios identificados, indicando su procedencia de acuerdo con cada zona

[12] En dicho caso, en el capítulo 1 se debe presentar la descripción de la actividad con el respectivo diseño de la explotación, acorde con los trabajos de exploración y el Plan de Trabajo y Obra - PTO presentado ante la Autoridad Minera. De igual forma, la evaluación de los impactos y su manejo ambiental deben formar parte del EIA.

[13] De acuerdo con el artículo 1 de la Resolución 1257 de 2021, el receptor es la "persona natural o jurídica que, sin que la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) constituya su actividad principal, utiliza RCD para aprovechamiento como materia prima dentro de su proceso productivo a través de simbiosis industrial, ya sea en proyectos, obras o actividades de la misma persona o de otras personas dentro del territorio nacional, bajo las condiciones establecidas en esta resolución"

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 las ZODME.

- Para cada ZODME propuesta se debe presentar:

  - Conformación tipo, taludes, altura máxima y las obras necesarias para el manejo.
  - 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 las ZODME y programa de revegetalización (diseño paisajístico).
  - Parámetros de diseño y planos a escala 1:5.000 o más detallada, en donde se relacionen, entre otras, las obras de infraestructura necesarias para la adecuación del área (drenajes y subdrenajes, estructuras de confinamiento y contención y taludes, entre otros).
  - Descripción del proceso de conformación.
  - Planta y perfiles de la conformación final contemplada.
  - Identificación de los usos finales de cada una de las ZODME propuestas.

- Dentro de los materiales sobrantes para disposición se podrán incluir los que se originan en la perforación de los pozos de gradiente térmico y de exploración geotérmica, siempre que se establezca que no es un residuo peligroso, tal como lo indica la Resolución 472 de 2017 en su artículo 1°[14].
- Los materiales radiactivos de origen natural deberán ser objeto de un monitoreo de vigilancia radiológica asociado con las fuentes naturales de radiación. (Numeral 10.2.)

1.3.6. Residuos

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, Título 6, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015).

- Estimación de los volúmenes de residuos sólidos y peligrosos a generarse en desarrollo del proyecto, definiendo además la actividad o fase generadora.

- Propuesta de manejo para cada tipo de residuo: almacenamiento, transporte interno y externo, aprovechamiento (reutilización, reciclaje, incineración con fines de generación de energía, compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos) y tratamiento.

- Alternativas de disposición final seleccionadas, asociadas cuando el manejo no lo haga un tercero.

Para el manejo de los residuos sólidos, el EIA debe tener en cuenta las consideraciones contempladas en el PGIRS del municipio de acuerdo con lo establecido en la Resolución 754 de 2014 de los Ministerios de Vivienda Ciudad y Territorio, y Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Resolución 472 de 2017, la Resolución 1257 de 2021 y las demás normas vigentes sobre la materia, o aquellas que las modifiquen, sustituyan o deroguen.

Así mismo, se debe 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.

Para el manejo de residuos por parte del usuario se deben identificar los impactos previsibles y plantear las correspondientes medidas de manejo.

Las instalaciones y sus características técnicas para el manejo de residuos se deben presentar en mapas a escala 1:5.000 o más detallada, de tal forma que permita la lectura adecuada de la información.

Para los cortes de perforación se deberán realizar los análisis fisicoquímicos para establecer si se consideran residuos peligrosos, según lo establecido en el Decreto 1076 de 2015.

[14] El parágrafo 1° de dicho artículo establece que "los residuos peligrosos resultantes de las actividades de construcción, demolición, reparación o mejoras locativas de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas, se regirán por la normatividad ambiental especial establecida para su gestión".

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

1.3.7. Costos del proyecto

Se deben presentar los costos totales estimados del proyecto de exploración geotérmica de acuerdo con lo previsto en el artículo 2.2.2.3.6.2 del Decreto 1076 de 2015 o el que lo modifique, sustituya o derogue.

1.3.8. Cronograma del proyecto

Se debe incluir el plazo de duración del proyecto de exploración geotérmica y el cronograma estimado de actividades, para cada una de sus fases.

1.3.9. 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.

2. ÁREA DE INFLUENCIA

El interesado debe definir, identificar y delimitar el área de influencia del EIA de acuerdo con lo señalado en el correspondiente capítulo de la MGEPEA. El área de influencia del EIA corresponde a la zona donde se manifiestan los impactos ambientales significativos que tiene la potencialidad de generarse por la ejecución del proyecto.

La delimitación del área de influencia del EIA debe ser debidamente sustentada, cartografiada y presentada en planos a escala 1:25.000 o más detallada haciendo uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Nota: La definición del área de influencia incide en la implementación de las medidas de manejo propuestas, por lo que éstas se deben enmarcar en las áreas que serían impactadas por las actividades.

3. PARTICIPACIÓN CON AUTORIDADES Y COMUNIDADES

El proceso de participación y socialización debe ser adelantado por el interesado con los distintos actores (institucionales, comunitarios, de organizaciones y demás involucrados) y se debe realizar siguiendo los propósitos y lineamientos definidos en el numeral 3 *PARTICIPACIÓN Y SOCIALIZACIÓN CON LAS COMUNIDADES* de la MGEPEA, acogida mediante Resolución 1402 de 2018 del Minambiente, o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, teniendo en cuenta los mecanismos de participación social, la normatividad vigente y el alcance que tiene el proyecto en el marco de un EIA.

Adicionalmente, se recomienda la consulta de la Guía de participación ciudadana para el licenciamiento ambiental, generada por ANLA[15].

Para surtir los lineamientos de participación ciudadana ambiental en la elaboración de los estudios ambientales, el interesado podrá desarrollar mecanismos no presenciales o semipresenciales de participación, siempre y cuando cuente con los medios logísticos y tecnológicos para garantizar una participación ambiental efectiva. Estos medios incluyen las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), las cuales comprenden el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión y recepción de información como: voz, datos, texto, video e imágenes[16].

El uso de TIC posibilita la promoción y la participación efectiva de la ciudadanía en temas de su interés, como los relacionados con el ambiente sano, y brinda la posibilidad de contar con nuevos canales de acceso a la información, accesibilidad inclusiva y de participación, los cuales se constituyen en herramientas de comunicación digital y de plataformas abiertas y colaborativas para la aplicación de mecanismos de participación ciudadana no presencial.

Además de dar cumplimiento a los propósitos de los lineamientos de participación y a los criterios mínimos de su aplicación, el interesado en surtir la participación ciudadana ambiental con mecanismos no presenciales o semipresenciales deberá garantizar los siguientes aspectos esenciales:

1. Disponibilidad tecnológica con acceso gratuito para las comunidades y autoridades municipales del área de influencia, a los medios radiales, telefónicos, y/o plataformas digitales suficientes para desarrollar mecanismos no presenciales que posibiliten la participación ambiental efectiva; es decir, con capacidad de establecer comunicación visual y oral simultánea.

[15] Para consulta en: http://portal.anla.gov.co/guia-participacion-ciudadana.
[16] Por la cual se definen Principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC.2009, articulo 6 de la Ley 1341 de 2009.

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

2. Aplicación de una convocatoria adecuada y oportuna, que permita garantizar una participación amplia e inclusiva, conforme a los medios tecnológicos a ser utilizados para la no presencialidad o semipresencialidad.

3. Acceso a la información relacionada con el proyecto, obra o actividad y el Estudio de Impacto Ambiental, a partir de un lenguaje claro, transparente y comprensible, de consulta permanente de manera digital o física, que permita una participación informada para la no presencialidad o semipresencialidad. Para esto deben desarrollarse piezas pedagógicas que aborden con rigor técnico, pero lenguaje sencillo, los contenidos de los documentos que se elaboran.

4. Desarrollo del diálogo genuino en doble vía, con garantía de intervención de los participantes, en donde las comunidades y autoridades municipales del área de influencia puedan exponer sus opiniones y argumentaciones sin intermediario alguno y de manera directa, con posibilidades reales de incidir en las decisiones que se adopten y de obtener retroalimentación de la información.

5. Fortalecimiento del sistema de quejas y reclamaciones a partir de usos de las TIC.

Estas condiciones deben permitir que la participación de las comunidades y autoridades municipales del área de influencia se materialice en la posibilidad de intervenir en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y en las decisiones que puedan afectarlos.

Se debe tener en cuenta la complementariedad de diferentes tecnologías, de acuerdo con las condiciones de acceso a estas por parte de las comunidades y autoridades municipales del área de influencia.

De igual manera, se deben tener en cuenta las habilidades de estos actores para el uso de las TIC con el fin de identificar las capacidades que requieren ser fortalecidas para que puedan participar e interactuar de forma eficaz, y se facilite la reducción de la brecha digital; por lo cual, para el uso de mecanismos no presenciales o semipresenciales para la participación, el interesado debe generar la formación de estos actores en su uso, en caso de requerirse.

Asimismo, el uso de mecanismos no presenciales o semipresenciales debe ser acordado con los actores para su implementación.

Para la documentación de los respectivos soportes en el Estudio de Impacto Ambiental**,** en el caso de uso de mecanismos no presenciales o semipresenciales se deben incluir las evidencias que den cuenta del proceso de participación efectiva, de acuerdo con los criterios señalados anteriormente sobre este aspecto.

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para la caracterización del área de influencia se deben seguir las directrices establecidas en el numeral respectivo de la MGEPEA.

En este capítulo se debe aportar información cualitativa y cuantitativa que permita, en primera instancia, conocer las características actuales del medio ambiente en el área de influencia del proyecto, y posteriormente, 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.

Los resultados deben presentarse en planos a escala 1:10.000 o más detallada, a menos que se realice un requerimiento diferente para alguno de los componentes ambientales.

4.1. MEDIO ABIÓTICO

La información de caracterización de este medio debe permitir conocer las condiciones físicas existentes en el área de influencia antes de la ejecución del proyecto. Para ello, se deben caracterizar los siguientes componentes:

4.1.1. Geológico

El objetivo de la caracterización del componente geológico es brindar una comprensión del marco geológico y estructural, con la predicción de las formaciones geológicas que pueden actuar como reservorio y/o capa sello del sistema geotermal e interpretación de las estructuras tectónicas, o vulcano-tectónicas, que probablemente controlen el desarrollo de la permeabilidad y la conducción de los fluidos geotermales profundos y la evolución vulcanológica de la zona, infiriendo la existencia de cámaras magmáticas que sean fuente de calor (modelo geotermal).

Se debe presentar una síntesis de los resultados de los análisis químicos realizados en los fluidos geotermales superficiales existentes en el área de influencia con información de estimación 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.

Así mismo se debe presentar un contexto sobre los fenómenos geológicos internos (sismicidad y vulcanismo) y sus efectos sobre los procesos geomorfológicos (erosión, movimientos en masa y sedimentación), que podrían constituirse en amenaza natural para el área de influencia del proyecto, los cuales deben ser desarrollados en los componentes de geomorfología y geotecnia.

Al respecto, se deben describir las unidades geológicas aflorantes y de la geología estructural del área regional (orientación de estratos, fallas, pliegues, entre otras) y zonas de concentración de esfuerzos tectónicos que no estén implícitos en la cartografía oficial), y presentar las columnas estratigráficas y los perfiles geológicos siguiendo los lineamientos establecidos en la MGEPEA.

La información debe ser presentada a escala 1:10.000 o más detallada, si el análisis lo requiere, se debe contar con una escala de trabajo de detalle y una escala de presentación que permita su lectura. La información debe ser consistente con la nomenclatura geológica nacional, establecida por el SGC, así como con la establecido en los dominios del MAG.

La caracterización geológica debe contener la descripción y análisis de los siguientes aspectos:

4.1.1.1. Estratigrafía

Se deben describir las unidades litológicas referenciando su edad, origen, espesor, distribución y posición en la secuencia estratigráfica, siguiendo los lineamientos establecidos en la MGEPEA.

La descripción y secuencia tanto vertical y horizontal de la totalidad de la secuencia estratigráfica se debe presentar a una escala detallada no inferior a 1:10.000.

4.1.1.2. Geología estructural

Se debe presentar la identificación y caracterización de las estructuras geológicas regionales y locales, así como los lineamientos fotogeológicos, el análisis de rasgos tectónicos, de las fallas locales indicando su orientación, sentido, ancho de la zona de falla, presencia de brechas, entre otras características, de las fracturas, conforme a los lineamientos establecidos en la MGEPEA, la nomenclatura generada debe dar cumplimiento con lo establecido por el SGC.

La información relacionada con las unidades estratigráficas y los rasgos estructurales, que está soportada en perfiles estratigráficos, debe tener su respectivo registro fotográfico debidamente fechado, identificado y georreferenciado.

4.1.1.3. Sismicidad

Se debe presentar una descripción de la sismicidad existente en el área de influencia del proyecto, a partir de la información evaluada para definir las actividades de emplazamiento, diseño, construcción y perforación exploratoria; así mismo, el análisis de la información de sismos históricos y su relación con las fallas geológicas cartografiadas, el desarrollo de procesos de erosión y movimientos en masa, conforme a los lineamientos establecidos en la MGEPEA.

Para el análisis de eventos sísmicos históricos durante los últimos 50 años se debe considerar el registro de información existente en el catálogo de la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC), a una distancia de 25 km alrededor del área del proyecto; de acuerdo con lo establecido por la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente de 2010 (NSR-10).

La información de sismicidad debe generarse en escala 1:50.000 o más detallada, acorde con el área del proyecto de exploración geotérmica.

4.1.1.4. Geomorfología

Se deben describir las unidades geomorfológicas, identificando las geoformas y su dinámica en el área de influencia del componente, incluyendo la génesis de las diferentes unidades y su evolución, rangos de pendientes, patrón y densidad de drenaje, entre otros, conforme a los lineamientos establecidos en la MGEPEA.

Adicionalmente, se debe realizar una clasificación geomorfológica que contemple la litología superficial, unidades de paisaje, formas y procesos geomorfológicos dominantes, las pendientes se deberán determinar de acuerdo con los dominios establecidos en la MAG.

Se debe presentar la información cartográfica a una escala 1:10.000 o más detallada si el análisis lo requiere, haciendo uso de la tecnología disponible y control de campo.

Esta información debe contar con una escala de trabajo detallada y una escala de presentación que permita su lectura. El documento debe adjuntar las imágenes interpretadas.

4.1.1.5. Geotecnia

Con base en la información geológica, de sismicidad, geomorfológica, pendientes, se debe elaborar el mapa de susceptibilidad de áreas erosionadas y de fenómenos de remoción en masa (deslizamientos, flujos y/o avenidas torrenciales), el cual constituye insumo para la elaboración del mapa de amenaza para este tipo de fenómenos, según lo previsto en la MGEPEA.

Se debe evaluar la presencia de depósitos sin consolidación o coberturas de suelos, cuyo comportamiento geotécnico sea importante en la estabilidad de la zona.

En caso de requerirse información específica sobre estabilidad, se deben presentar soportes de los análisis de estabilidad, entre los cuales se deberán incluir los resultados de laboratorio de granulometría, conductividad hidráulica de los suelos, capacidad portante, humedad y demás parámetros geotécnicos producto de sondeos de suelos (o de rocas si son requeridos), que en su conjunto den soporte a los resultados de los análisis de geotécnicos.

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.

Se debe presentar la información cartográfica a una escala 1:10.000 o de mayor detalle si el análisis lo requiere.

4.1.2. Edafológico

Se debe presentar la caracterización de suelos conforme a los lineamientos establecidos en la MGEPEA.

Se debe presentar la información cartográfica a una escala 1:10.000 o de mayor detalle si el análisis lo requiere.

4.1.3. Uso de las tierras

Se debe presentar el mapa de suelos y de capacidad de usos del suelo, vocación, uso actual y de conflicto de uso del suelo, conforme a los lineamientos establecidos en la MGEPEA.

Para el suelo de soporte en áreas de plataformas y en particular aquellas áreas en donde se ubiquen actividades con alta potencialidad de filtración de sustancias nocivas y/o perturbaciones al suelo, se debe presentar un levantamiento o estudio de suelos a escala 1:5.000, o más detallado.

Se debe elaborar el mapa de uso actual del suelo siguiendo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), a partir de la fotointerpretación e interpretación de imágenes de satélite (sensores remotos) y del control de campo. Presentar el mapa de uso permitido de la tierra de acuerdo con lo establecido en los instrumentos de ordenamiento territorial (POT, PBOT, EOT,), presentar el mapa de determinantes ambientales, elaborar el mapa de conflictos de la tierra y presentar la información documental y cartográfica adicional que sirva de soporte. Se debe realizar mediciones para caracterización de radionucleidos de origen natural en matriz sólida (238U, 232Th, 40K, 226Ra, 228Ra) en cuanto a su concentración Bq/g**.**

La información cartográfica se debe presentar a una escala 1:10.000 o de mayor detalle si el análisis lo requiere.

4.1.4. Hidrológico

Se debe localizar el área de influencia del proyecto dentro de la zonificación hidrográfica nacional, identificando y localizando los sistemas lénticos y lóticos, y las zonas de recarga potencial de acuíferos, siguiendo los lineamientos establecidos en la MGEPEA.

Así mismo se debe realizar una caracterización morfométrica de las fuentes que pueden ser intervenidas por el proyecto, identificando su dinámica fluvial, así como las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones), y sus patrones de drenaje y divagación.

Igualmente, el estudio hidrológico debe contener la siguiente información:

- Cuencas clasificadas de acuerdo con la estructura establecida por el IDEAM para la ordenación y manejo de las cuencas, contemplada en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

- Descripción de los patrones de drenaje a nivel regional, el régimen hidrológico y los caudales característicos de las principales corrientes y de aquellas a intervenir a partir de los registros históricos o calculados de datos diarios de caudales máximos, medios y mínimos (o mensuales, si no existen registros diarios). La presentación del resumen gráfico de las series de

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

caudal debe hacerse utilizando, en lo posible, diagramas de cajas y bigotes (boxplots) en donde se indiquen los valores máximos, medios y mínimos, y los principales percentiles.

- Descripción y localización, mediante un mapa a escala 1:2.500 o más detallada, de la red hidrográfica y el tipo y la distribución de las redes de drenaje.

- Identificación de la dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser afectadas por el proyecto, así como las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones).

- Principales características morfométricas de las unidades de análisis hidrográficas asociadas a los puntos de intervención, así como de las asociadas con los puntos de información utilizados para la caracterización hidrológica.

En ausencia de información oficial de series históricas de caudales, se pueden implementar metodologías de estimativos indirectos mediante técnicas de regionalización, correlaciones hidrológicas, relaciones área–precipitación-caudal, modelos de simulación hidrológica alimentados con datos espaciales, hidroclimatológicos y de uso y cobertura del suelo, entre otros.

Estos métodos se deben implementar en aquellos cuerpos de agua en los que se proyecte intervención directa. Se debe justificar detalladamente la selección de la metodología, sus ventajas y sus limitaciones de acuerdo con la cuenca bajo estudio. Los modelos de simulación hidrológica deben estar debidamente calibrados y validados.

La información cartográfica se debe presentar a escala 1:10.000 o de mayor detalle si el análisis lo requiere.

4.1.4.1. Clima

Se debe realizar el análisis temporal y espacial de las variables climáticas referidas en la MGEPEA con base en los datos hidroclimáticos que se tengan disponibles, tanto a nivel nacional como a nivel regional.

Se debe realizar una correlación de las series temporales, a escala mensual, con la de indicadores de ocurrencia de fenómenos macroclimáticos con influencia en la hidroclimatología colombiana (p. e. El Niño-Oscilación del Sur, Oscilación del Atlántico Norte, Oscilación Quasi-Bienal, Oscilación Decadal del Pacífico).

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

4.1.4.2. Calidad del agua

Se deben presentar los métodos y técnicas empleados para realizar muestreos. Así mismo, la caracterización fisicoquímica, hidrobiológica y microbiológica de las principales corrientes hídricas del área de influencia del componente, incluyendo aquellas susceptibles de intervención por el proyecto (concesión, vertimientos y/u ocupaciones de cauces), considerando las dos (2) épocas climáticas (época seca y época de lluvias[17]). La caracterización se debe realizar siguiendo la misma masa de agua sobre la corriente muestreada.

Se deben presentar los análisis de la calidad del agua incluyendo la correlación entre los datos fisicoquímicos y los hidrobiológicos.

De igual manera, se debe presentar el cálculo del Índice de Langelier y de la Capacidad Buffer (tampón) de los cuerpos de agua caracterizados, con el objetivo de conocer la calidad del agua para su uso durante las actividades exploratorias.

Igualmente, presentar la estimación del Índice de Calidad del Agua (ICA) y el Índice de Alteración del Potencial de la Calidad del Agua (IACAL)[18] para las corrientes correspondientes a las Subzonas Hidrográficas y los niveles subsiguientes (de acuerdo con la clasificación establecida por el IDEAM para la ordenación y manejo de las cuencas). Se deben incluir en el análisis los cuerpos de agua tributarios principales y los que tengan concesiones que sean de uso para consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario y/o recreativo.

La caracterización de la calidad del agua debe incluir por lo menos los parámetros establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos que se deben caracterizar en cuerpos de agua superficiales presentes en el área de influencia

PARÁMETROS	UNIDADES
Generales	
Temperatura	(°C)
Potencial de Hidrógeno – pH	Unidades de pH
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	(mg/L O_2)

[17] En áreas desérticas del país, se debe realizar la caracterización considerando dos períodos secos.
[18] IDEAM. 2014. Estudio Nacional del Agua. Bogotá, D. C.

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

PARÁMETROS	UNIDADES
Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días (DBO5)	(mg/L O_2).
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L
Grasas y Aceites	mg/L
Fenoles Totales	mg/L
Sustancias Activas de Azul de Metileno (SAAM)	mg/L
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)
Turbiedad	(UNT)
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L O_2
Potasio	mg/L
Hidrocarburos	
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L
Compuestos de Fósforo	
Fósforo Total (P)	mg/L
Compuestos de Nitrógeno	
Nitrógeno Total	mg/L
Iones	
Cloruros (Cl^-)	mg/L
Sulfatos (SO_4)	mg/L
Metales y Metaloides*	
Arsénico (As)	mg/L
Cadmio (Cd)	mg/L
Bario (Ba)	mg/L
Cinc (Zn)	mg/L
Cobre (Cu)	mg/L
Cromo (Cr)	mg/L
Hierro (Fe)	mg/L
Mercurio (Hg)	mg/L
Níquel (Ni)	mg/L
Plomo (Pb)	mg/L
Plata (Ag)	mg/L
Selenio (Se)	mg/L
Otros Parámetros para Análisis y Reporte	
Acidez Total	mg/L $CaCO_3$
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$
Dureza Cálcica	mg/L $CaCO_3$
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$
Color Real (m^{-1}) (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436nm, 525nm y 620nm).	m^{-1}
Microbiológicos	
Coliformes Totales	NMP/100 mL
Coliformes Fecales	NMP/100 mL
E. Coli	NMP/100 mL
Radionucleidos de origen natural en matriz líquida	
^{222}Rn	Bq/l
^{226}Ra	Bq/l
^{228}Ra	Bq/l
Hidrobiológicos	
Perifiton	
Plancton	
Bentos	
Macrófitas	
Fauna Íctica	

*Se deben incluir en el análisis, los parámetros de calidad fisicoquímica que no estén relacionados en la presente tabla y que den cuenta de impactos que puedan generarse con el desarrollo del proyecto.

Fuente: DAASU Minambiente 2018

- Se debe estimar el Índice de Alteración del Potencial de la Calidad del Agua[19] para las corrientes correspondientes a las Subzonas Hidrográficas (de acuerdo con la clasificación establecida por el IDEAM para la ordenación y manejo de las cuencas). Se deben incluir en el análisis los cuerpos de agua tributarios principales y los que tengan concesiones que sean de uso para consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario y/o recreativo.

- Las muestras tomadas deben ser de tipo integrada en la profundidad y en la sección transversal, cuando es aplicable, de lo contrario puntual, siguiendo los lineamientos establecidos por el IDEAM[20].

- En caso de que no haya laboratorios acreditados para el análisis de algún parámetro, los laboratorios acreditados por el IDEAM para el componente agua pueden tomar la muestra de acuerdo con las indicaciones que correspondan y 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.

La evaluación de la calidad del agua debe seguir el Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua, elaborada por el IDEAM[21] o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

4.1.4.3. Usos del agua

[19] IDEAM. 2019. Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá, D.C. ISBN: 978-958-5489-12-7
[20] IDEAM. 2002. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. Bogotá, D. C.
[21] IDEAM. 2007. Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua. Bogotá, D. C. 160 p. IDEAM (2013). Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para las Evaluación Regional del Agua.

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

Se debe presentar el inventario de fuentes superficiales y subterráneas siguiendo los lineamientos establecidos en la MGEPEA.

En caso de existir Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (RURH) elaborado por la autoridad ambiental, se debe consultar y en caso de ser necesario complementar, con un levantamiento detallado de todos los usos y usuarios en todos los tramos asociados al área de influencia del proyecto (vertimiento, captación y/u ocupación de cauces), esto con el objeto de estimar la demanda hídrica real y potencial.

4.1.5. Hidrogeológico

El objetivo de este numeral es identificar y caracterizar los flujos de agua tanto en los sistemas acuíferos locales como en el sistema geotermal y sus posibles interacciones, así como la relación de estos con las aguas superficiales.

Se debe realizar el correspondiente análisis hidrogeológico, conforme a los lineamientos establecidos en la MGEPEA. Adicionalmente, para la descripción hidrogeológica se debe considerar la georreferenciación del inventario de puntos de agua subterránea (empleando el FUNIAS), la cual debe realizarse mediante GPS submétrico identificando las manifestaciones termales (manantiales y fumarolas).

Para la caracterización hidrogeoquímica y para la determinación de la línea base de la calidad del agua subterránea de las unidades hidrogeológicas identificadas susceptibles de intervención o afectación por el proyecto, se deben caracterizar como mínimo los parámetros establecidos en la Tabla 4 de los puntos de agua subterránea representativos, y presentar su interpretación y análisis. Se deben reportar las relaciones interparamétricas que se consideren necesarias para verificar la calidad de los análisis reportados.

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que se deben caracterizar en fuentes de agua subterránea presentes en el área de influencia.

PARÁMETROS	UNIDADES
Generales	
Profundidad	M
Nivel freático o piezométrico	M
Altura sobre el nivel del mar	M
Temperatura	(°C)
pH	Unidades de pH
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)
Potencial Oxido Reducción (Eh)	(mV)
Turbiedad	(UNT)
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

PARÁMETROS	UNIDADES
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	(mg/L O_2)
Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días (DBO5)	(mg/L O_2)
Carbono Orgánico Total (COT)	mg/L
Solidos Totales (ST)	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L
Grasas y Aceites	mg/L
Fenoles	mg/L
Sílice (SiO_2)	mg/L
Cationes	
Calcio (Ca^{++})	mg/L
Sodio (Na^+)	mg/L
Potasio (K^+)	mg/L
Magnesio (Mg^{++})	mg/L
Amonio (NH_4^+)	mg/L
Hierro Total (Fe)	mg/L
Manganeso (Mn)	mg/L
Aniones	
Nitrato (N-NO_3)	mg/L
Nitritos (N-NO_2)	mg/L
Cloruro (CL^-)	mg/L
Sulfato ($SO_4^=$)	mg/L
Carbonato ($CO_3^=$)	mg/L
Bicarbonato (HCO_3^-)	mg/L
Fluoruros (F^-)	mg/L
Metales y Metaloides	
Aluminio (Al)	mg/L
Arsénico (As)	mg/L
Bario (Ba)	mg/L
Bromo (Br)	mg/L
Cadmio (Cd)	mg/L
Cobalto (Co)	mg/L
Cromo (Cr)	mg/L
Estroncio (Sr)	mg/L
Mercurio (Hg)	mg/L
Plomo (Pb)	mg/L
Selenio (Se)	mg/L
Otros parámetros para análisis y reporte	
Acidez Total	mg/L $CaCO_3$
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$
Dureza Cálcica	mg/L $CaCO_3$
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$
Microbiológicos	
Coliformes Totales	NMP/100 mL
Coliformes Fecales	NMP/100 mL
E. Coli	NMP/100 mL
Radionucleidos de origen natural en matriz líquida	
^{222}Rn	Bq/l

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

PARÁMETROS	UNIDADES
^{226}Ra	Bq/l
^{228}Ra	Bq/l

Se debe efectuar un análisis de isótopos ambientales deuterio (^{2}H), Oxígeno 18 (^{18}O) y radiactivos Tritio (^{3}H) en cuerpos de agua superficial y subterránea (aguas del reservorio y de acuíferos superficiales) y agua meteórica (mediante totalizadores de agua lluvia).

Se debe presentar una síntesis de los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en los fluidos geotermales superficiales existentes en el área de influencia, con información que permita estimar la temperatura de los fluidos en el reservorio, los procesos de ebullición, las características químicas de los fluidos profundos, la circulación de los fluidos y el origen de éstos en el área.

Con base en el análisis y síntesis de la información del inventario de puntos de agua, geológica, geofísica, hidrológica, hidráulica, hidrogeoquímica e isotópica, se debe construir y definir un modelo hidrogeológico conceptual, que incluya como mínimo la siguiente información para todos los sistemas de acuíferos (sin limitarse al sistema geotermal): delimitación de las zonas de recarga, tránsito y descarga; direcciones de flujo; conexiones hidráulicas entre las diferentes unidades acuíferas con las fuentes superficiales y con el reservorio; características hidrogeoquímicas e isotópicas, características hidráulicas, gradientes térmicos y definición de zonas con potencial de aprovechamiento.

El modelo hidrogeológico conceptual debe complementarse con una propuesta o plan para actualízalo a partir de la información que se obtenga de los pozos de gradiente térmico, pozos inyectores y los pozos de exploración geotérmica.

La información de cada uno de los ítems del componente hidrogeológico debe presentarse a escala 1:10.000 o más detallada, utilizando la leyenda hidrogeológica internacional adoptada por el Servicio Geológico Colombiano.

4.1.6. Atmosférico

Se debe caracterizar el área de influencia del proyecto en relación con sus condiciones climatológicas, las fuentes de emisión y la calidad del aire, para lo cual es necesario disponer y analizar la información requerida, de acuerdo con las directrices y metodologías establecidas en el numeral correspondiente de la MGEPEA.

Se deben identificar, describir y georreferenciar las fumarolas que puedan estar asociadas a zonas de fractura y/o debilidad.

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

fase de exploración, como dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el Hexafluoruro de Azufre (SF_6) y el valor agregado de emisiones de GEI expresado en toneladas de CO_{2eq} conforme con la metodología definida en la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14064-2: 2006 o aquella que la ajuste y actualice. Como documento metodológico se sugiere revisar el “Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero” del *Word Resources Institute* o las pautas del IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) en su versión más reciente para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Lo anterior se debe realizar para las etapas en las cuales se identifique dentro de su proceso productivo alguno de los gases previamente indicados.

Para las emisiones que fueron estimadas, se deben presentar los debidos soportes, incluyendo las fuentes de obtención de la información, georreferenciación, factores de emisión, de actividad y parámetros considerados. Entregar los resultados en formato de hoja de cálculo y dentro del documento del Estudio de Impacto Ambiental.

4.1.6.3. Calidad del aire

Se deben presentar los resultados y análisis de la información de estudios sobre la calidad del aire realizados en el área de influencia conforme los lineamientos de la MGEPEA.

Si la información existente no es suficiente, vigente y de calidad apropiada, se debe determinar la línea base mediante monitoreo en campo, justificando el diseño del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) y el proceso de generación de información debe realizarse de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, en su versión más reciente. El monitoreo en campo (toma de muestras o medición directa) y el análisis de laboratorio de las muestras debe ser realizado por laboratorios acreditados por el IDEAM, para lo cual deben entregarse lo soportes respectivos. La información obtenida se debe presentar en mapas según requerimientos establecidos en este Protocolo, donde se identifiquen claramente las fuentes de emisiones atmosféricas presentes, los receptores sensibles que pueden ser afectados por estas y las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

Se deben presentar los soportes que justifiquen el cumplimiento de los criterios de micro localización y de macro localización de las estaciones de monitoreo en función de las condiciones meteorológicas predominantes, las características físicas y de emisiones del área circundante a las estaciones, entre otros aspectos, con el fin de garantizar la representatividad de las mediciones en el área de influencia.

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

4.1.6.1. Meteorología

Además de los parámetros básicos de análisis previstos en la MGEPEA se deben considerar los siguientes:

- Evapotranspiración.
- Balance hídrico.

Cuando no exista información disponible de estaciones meteorológicas avaladas por el IDEAM con adecuada representatividad sobre el área de influencia, la MGEPEA establece las fuentes alternas de información y sus condiciones para ser aceptada.

4.1.6.2. Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas

El inventario se debe realizar conforme a los lineamientos establecidos en la MGEPEA. Los datos e información cartográfica del componente se deben presentar de acuerdo con las especificaciones establecidas en el MAG, establecido por el Minambiente mediante Resolución 2182 del 2016 y aquellas que la modifiquen o sustituyan.

Se debe señalar en la identificación de fuentes el tipo de fuente identificada, su ubicación, características y la actividad económica asociada. En caso de que haya inventario formal de emisiones para la zona, se debe entregar información detallada sobre la cuantificación de las emisiones por fuente y la identificación de los tipos de contaminantes generados.

Para fuentes móviles se deben utiliza modelos de emisión (p. e. IVE, MOBILE, MOVES y/o COPERT) combinados con variables locales (distancias viajadas por la flota, velocidades, entre otras), o factores de emisión de entidades de reconocida idoneidad en la materia. En todo caso, se puede incluir información de inventarios de emisiones realizados en el área de estudio por las Corporaciones Autónomas Regionales u otras entidades.

En cuanto a contaminantes atmosféricos y sustancias de olores ofensivos, se debe realizar la estimación de las emisiones de aquellos que se encuentren asociados con las fuentes de energía geotérmica y otras actividades del proyecto, incluyendo al sulfuro de hidrógeno (H_2S).

Se debe realizar la estimación de la emisión de alcance uno (1) o emisiones directas de cada uno de los gases efecto invernadero que sean aplicables al proyecto en su

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

En caso de presencia de asentamientos humanos en el área de influencia del componente atmosférico, se deben ubicar estaciones adicionales en aquellas zonas que se puedan encontrar bajo la influencia de la actividad industrial proyectada. Los contaminantes que deben ser monitoreados como mínimo son: material particulado y gases ($PM_{2,5}$, PM_{10}, SO_2, NO_x, CO, H_2S y NH_3).

Se debe incorporar el respectivo análisis del cálculo de Índices de Calidad del Aire para $PM_{2,5}$, PM_{10} y SO_2, de conformidad con lo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o de aquella que la adicione, modifique o sustituya, igualmente en el área del proyecto realizar mediciones de radón y descendientes del radón (^{222}Rn) en cuanto a en concentración Bq/m^3.

4.1.6.4. Ruido y vibraciones

Además de los aspectos previstos en la MGEPEA se deben considerar los siguientes:

a. Presentación de informes de ruido

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.

La propuesta de informe técnico de medición de ruido, establecida en el Anexo 4 de la Resolución 627 de 2006 del actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, debe considerar lo establecido en el artículo 21. Informe Técnico, de la misma resolución o de aquella que la adicione, modifique o sustituya.

b. Vibraciones

Para vibraciones 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 y receptores sensibles identificados.

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

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

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 con lo establecido con los estándares internacionales.

4.2. MEDIO BIÓTICO

La caracterización del área de influencia definida para los componentes del medio biótico se debe realizar con los criterios establecidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MGEPEA).

Para la caracterización de los ecosistemas, coberturas de la tierra, comunidades y/o especies a evaluar, se debe tener en cuenta la complejidad de las obras y actividades específicas del proyecto y el sitio donde se pretenden desarrollar, incluyendo vías de acceso, plataformas de perforación de pozos, ZODME, ZODAR, pozos de gradiente térmico, pozos de exploración geotérmica, pozos inyectores y toda la infraestructura asociada al proyecto durante sus diferentes etapas de ejecución y operación. Aquellos componentes que no puedan ser evaluados deben relacionarse en una tabla, indicando la justificación en cada caso.

Se deben presentar de forma detallada las metodologías, técnicas, equipos, fechas, horas y periodicidad y frecuencia de realización de muestreos para evaluar cada uno de los ecosistemas o comunidades en el área de influencia del medio biótico. Igualmente, se debe incluir la justificación de las metodologías utilizadas, así como las respectivas citas y fuentes bibliográficas que las soporten; en caso de que sea necesaria la captura y colecta de especímenes de la diversidad biológica, se debe guardar correspondencia con los elementos metodológicos precisados en el permiso de estudio

Para la caracterización del medio biótico se deben tener en cuenta los aspectos metodológicos establecidos en la MGEPEA.

4.2.1. Ecosistemas

La presentación de la información relacionada con ecosistemas, coberturas de la tierra, unidades de muestreo, análisis de conectividad y fragmentación, se debe realizar a una escala 1:10.000 o más detallada.

Con base en lo previsto en el numeral 4.2.1 de la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, se debe realizar y presentar:

- El mapa de ecosistemas a escala 1:10.000 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 continentales.
- La identificación y descripción del estado y condiciones de los ecosistemas en el área de influencia definida para el medio biótico y sus componentes.
- El mapa de coberturas de la tierra a escala 1:10.000 o más detallada con una temporalidad no mayor a 3 años.
- La identificación y descripción de las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia.
- La superficie de coberturas de la tierra y ecosistemas (expresada en hectáreas) para el área de influencia y su porcentaje de participación con respecto al área de intervención del proyecto.
- Las dinámicas del cambio de las coberturas de la tierra en cuanto a pérdidas, ganancias y persistencia de éstas a partir de un análisis multitemporal con una temporalidad mayor a 5 años.
- La caracterización de flora y fauna se debe realizar incluyendo las áreas proyectadas de intervención del proyecto. (vías de acceso, plataformas de perforación de pozos, ZODME, ZODAR, pozos de gradiente térmico, pozos de exploración geotérmica, pozos inyectores y toda la infraestructura asociada al proyecto durante sus diferentes etapas de ejecución y operación).

- La presencia de hábitats de preferencia de las especies de alto valor de conservación e importancia ecológica.
- Mapa de la localización de los muestreos de flora y fauna, con la cobertura de la tierra y ecosistemas a escala 1:10.000 o más detallada.
- Las metodologías, técnicas, equipos, fechas, horas y periodicidad y frecuencia de realización de muestreos para evaluar cada uno de los ecosistemas o comunidades.

4.2.2. Ecosistemas terrestres

4.2.2.1. Flora y líquenes

- **Especies arbóreas y helechos arborescentes**

Se debe presentar la caracterización florística de cada una de las unidades de cobertura vegetal para cada ecosistema presente en el área de influencia del medio biótico, efectuando el análisis de composición y estructura desde los puntos de vista horizontal y vertical de acuerdo con lo establecido en la fase de análisis de la información definidos en la MGEPEA.

Se debe allegar la información sobre la caracterización de cada unidad de cobertura por ecosistema (Bioma – Unidad biótica[22]), definiendo el tipo de muestreo a emplear, tipo de unidad de muestreo, tamaño de la unidad de muestreo y distribución dentro del área de influencia del medio biótico.

Se deben presentar los estadígrafos que determinan el cumplimiento de la representatividad del muestreo.

Se deben entregar los datos de medición (tablas de datos recolectadas en planillas de campo), dependiendo del tipo de vegetación, y por individuo, las variables básicas descritas a continuación:

- Nombre común.
- Nombre científico.
- Diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP).
- Área basal.

[22] Corresponde a la unidad que resulta de la integración del bioma (delimitado haciendo uso de la información de caracterización ambiental contenida en el estudio ambiental) y las unidades bióticas modelizadas por el Instituto Humboldt en el MEC.

- Altura total.
- Altura comercial.
- Volumen total.
- Volumen comercial.
- Perfiles de vegetación.

Se deben determinar las características de composición y estructura de cada unidad de cobertura para cada ecosistema, con su respectivo análisis, teniendo en cuenta como mínimo los siguientes elementos:

- Densidad.
- Frecuencia.
- Abundancia.
- Dominancia.
- Estado sucesional.
- Estructura horizontal y vertical.
- Diagnóstico y análisis de la regeneración natural (dinámica sucesional para brinzales y latizales).

Se debe realizar, como mínimo, el cálculo y la descripción, con su análisis respectivo, de los siguientes índices:

- Diversidad: Shannon-Simpson.
- Coeficiente de mezcla.
- Índice de Valor de Importancia (IVI).
- Riqueza de especies (Margalef y Menhinick).

Se debe identificar y presentar el listado de especies endémicas, amenazadas o de importancia ecológica, de acuerdo con la UICN, libros rojos, CITES y la normatividad nacional y regional vigente.

Se debe presentar la estimación de carbono y biomasa de los individuos inventariados y determinar su contenido por ecosistema; para lo cual se debe utilizar la metodología implementada por el IDEAM en estudios como el de la Estimación de las reservas actuales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia (2010) [23].

Con base en lo anterior, se deben surtir como mínimo las fases: previa, de campo y de análisis, descritas en la MGEPEA, tanto para las coberturas vegetales como

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

para otras categorías de vegetación, a fin de incluir plantas de hábitos terrestres, rupícolas y epifíticos.

- **Otras categorías de vegetación**

Se debe presentar la caracterización de plantas de hábitos terrestres, rupícolas y epífitos, considerando las pteridofitas (helechos), al igual que las especies de otras familias de hábitos principalmente herbáceos como es el caso de una buena parte de las monocotiledonas, especies de las familias de Araceae, Bromeliaceae, Cyclantaceae, Liliaceae, Orchidaceae entre otras, o familias de dicotiledoneas como Cactaceae Pasifloraceae, Piperaceae entre otras y, los líquenes, musgos, hepáticas y anthocerotales (dentro del grupo de las plantas no vasculares y líquenes).

Se debe:

- Incluir las coordenadas y la localización de los puntos de muestro en el mapa de coberturas de la tierra.
- Indicar y describir la metodología utilizada justificando la representatividad del muestreo.
- Presentar las variables de identificación, medición y estimación de acuerdo a lo establecido en la MGEPEA.
- Realizar los análisis de riqueza, abundancia y composición.

Igualmente, identificando y registrando a partir de los muestreos, la presencia de especies endémicas, en alguna categoría de amenaza y las incluidas en los apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

- **Especies en veda**

En relación con el Decreto 2106 de 2019 (o aquella norma que la modifique o sustituya), para las especies en veda se requiere presentar la información que oriente la imposición de medidas para cada uno de los grupos identificados, específicamente se debe presentar:

- Listado e identificación taxonómica de las especies en veda.
- Para epífitas vasculares, la identificación de la relación entre las especies de forófitos y epífitas de acuerdo con lo indicado en la tabla 5, y la estratificación vertical total (de acuerdo con lo indicado en la tabla 6, analizando la información registrada (Krömer and Gradstein, 2003; Krömer and Kessler, 2006; Krömer et al., 2007a; Krömer et al., 2007b y Martínez-Meléndez et al., 2008)[24].
- La caracterización por ecosistema, incluyendo análisis de riqueza, abundancia, frecuencia, curvas de acumulación y/o estadísticos, apoyados con fotografías de las especies identificadas.
- Coordenadas de localización por individuo o forófito identificado, incluyendo un registro fotográfico de las especies en campo.
- Mapa de localización de las especies identificadas en veda en relación con el área de influencia del medio biótico y el área de intervención del proyecto.

Tabla 5. Relación entre las especies de forófitos y epífitas vasculares en veda

Epífitas vasculares			Forófitos		
Grupo vegetal	**Nombre científico**	**Total # individuos**	**Nombre forófito sp. 1**	**Nombre forófito sp. 2**	**Nombre forófito sp. n**
Bromelias	Sp. 1		(abundancia de epífitas/especie de forófito)		
	Sp. 2				
	Sp. n				
	Subtotal bromelias				
Orquídeas	Sp. 1				
	Sp. 2				

[24] Krömer, T. & S.R. Gradstein. 2003. Species richness of vascular epiphytes in two primary forest and fallows in the Bolivian Andes. Selbyana 24: 190-195.
Krömer, T. & M. Kessler. 2006. Filmy ferns (Hymenophyllaceae) as high-canopy epiphytes. Ecotropica 12: 57-63.
Krömer, T., M. Kessler & S.R. Gradstein. 2007a. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. Plant Ecol. 189: 261-278.
Krömer, T., S.R. Gradstein & A. Acebey. 2007b. Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primaries y secundarios de Bolivia. Ecol. Bolivia 42: 23-33.
Martínez-Meléndez, Nayely, Pérez-Farrera, Miguel A. & Flores-Palacios, Alejandro. 2008. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.). Vol.56 (4): 2069-2086.

Epífitas vasculares			Forófitos		
Grupo vegetal	**Nombre científico**	**Total # individuos**	**Nombre forófito sp. 1**	**Nombre forófito sp. 2**	**Nombre forófito sp. n**
	Sp. n				
	Subtotal orquídeas				
Total					

Fuente: ANLA, 2021 basado especialmente en Martínez-Meléndez et al., 2008.

Tabla 6. Estratificación de especies vasculares en veda de hábito epífito

Grupo vegetal (Epífitas vasculares)	Nombre científico / epífita	Zonas de estratificación de los forófitos (Z) (indicar # individuos de epífitas vasculares)						Sigla del tipo ecológico de epífita vascular[25]
		Z I	Z II	Z III	Z IV	Z V	Total	
Bromelias	Sp. 1							
	Sp. 2							
	Sp. n							
Subtotal bromelias								
Orquídeas	Sp. 1							
	Sp. 2							
	Sp. n							
Subtotal orquídeas								
Total								

Fuente: ANLA, 2021, Adaptado de Martínez-Meléndez et al., 2008.

4.2.2.2. Fauna

Se debe caracterizar la composición de los principales grupos faunísticos identificados. La información debe contemplar, como mínimo, los siguientes grupos: herpetos (anfibios, reptiles), aves y mamíferos, teniendo en cuenta la toponimia de la región y la clasificación taxonómica actualizada hasta el nivel de especie[26], describiendo sus relaciones funcionales con el ambiente, y enfatizando en aquellos grupos que sean calificados como vulnerables, ya sea por pérdida de hábitat, peligro crítico, endemismo, valor comercial u otro criterio de priorización que se considere relevante. Se deben elaborar las matrices primarias de datos, la predicción de la riqueza específica y el análisis de la estructura de cada grupo, registrando los correspondientes parámetros bioecológicos, tales como la distribución altitudinal, dieta, hábitat, abundancia relativa, endemismo, rareza, vulnerabilidad, migración y uso.

Se deben identificar y mapificar las posibles rutas de desplazamiento de los principales grupos de fauna reportados.

Se deben presentar:

- Métodos, técnicas y periodicidad de los muestreos realizados.
- Caracterización de la composición y estructura de las poblaciones.
- Mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo, con la distribución de las especies faunísticas identificadas, a escala de trabajo o captura 1:10.000 y de presentación 1:10.000 o más detallada.
- Listado de especies calificadas como de importancia económica, ecológica y/o cultural.
- Principales usos dados por las comunidades a las especies de mayor importancia.
- Formularios de recolección de información (planillas de campo) para la caracterización de la fauna.
- Registros fotográficos.

4.2.2.3. Análisis de fragmentación y conectividad[27]

Se debe realizar un análisis de fragmentación siguiendo los lineamientos planteados en la MGEPEA, a partir de las unidades de cobertura vegetal de tipo natural y seminatural.

Se debe:

- Definir el estado actual y la dinámica de fragmentación de la zona en términos de número de parches, y tamaño, aislamiento y forma de éstos.

[25] Tipos: Generalista (ge), epífita del tronco (et), epífita del dosel (ed) y hemiepífita (he). Basado en Martínez-Meléndez et al. (2008).
[26] Para los casos excepcionales en los que, debidamente soportado, no sea posible la clasificación de los individuos a nivel de especie, ésta se debe reportar al nivel sistemático más preciso posible.
[27] Se podrán utilizar herramientas de Sistemas de Información Geográfica – SIG para realizar los análisis de fragmentación y conectividad.

- Identificar los agentes y elementos que mayor incidencia tienen en las dinámicas de transformación de las coberturas de la tierra y en el estado actual de la fragmentación y la pérdida de hábitat.

- Generar un modelo de conectividad ecológica potencial tomando como insumo la información obtenida en la caracterización para el Medio Biótico, y vinculando la estructura del paisaje con la capacidad de movimiento de las especies focales.

- Realizar el análisis de los impactos generados por las actividades del proyecto sobre la fragmentación y la pérdida de hábitat, comparándolo con el escenario sin proyecto.

- Describir los elementos que aportan a la conectividad del territorio con el propósito de establecer medidas para asegurar la sostenibilidad de los hábitats.

4.2.3. Ecosistemas acuáticos continentales

La caracterización de los ecosistemas acuáticos se debe realizar para cada uno de los cuerpos hídricos ubicados en el área de influencia del componente hidrológico, es decir, tanto en aquellos que sean intervenidos debido a las actividades desarrolladas por el proyecto, como en aquellos en los que exista un potencial de afectación a causa de la ejecución del proyecto.

Los muestreos para la caracterización deben considerar como mínimo dos (2) periodos climáticos (un periodo seco y un segundo periodo que puede corresponder a una condición hidrológica húmeda o de transición, o viceversa). Para ambos períodos climáticos se debe tener en cuenta la información secundaria disponible de diferentes períodos de tiempo (análisis multitemporal).

Se debe identificar y mapificar a escala 1:2.500 o más detallada, la presencia de madres viejas y otros humedales que sean calificados como de alto valor de conservación, así como de características de los sistemas lénticos y lóticos que resulten de relevancia para contribuir en la delimitación de dichos hábitats de alto valor de conservación o zonas de especial interés para el proyecto.

Presentar la información sobre la caracterización de las comunidades hidrobiológicas de los sistemas lénticos y lóticos identificados, clasificándola de acuerdo con la fase en la cual fue obtenida, como mínimo: campo, laboratorio y oficina. Para los sistemas lénticos se deben realizar muestreos de plancton,

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

comunidades bentónicas de fondos blandos y de fondos duros, y asociadas a raíces de macrófitas (según sea el caso), macrófitas y fauna íctica. Para los sistemas lóticos se deben realizar muestreos de perifiton comunidades bentónicas de fondos blandos y de fondos duros, macrófitas y fauna íctica.

Se debe señalar la distribución espacial, los hábitats y las interrelaciones ecosistémicas de las familias, géneros, especies, morfotipos o grupos de organismos característicos, empleando herramientas estadísticas e índices ecológicos adecuados para cada grupo, teniendo en cuenta sus atributos. Se deben realizar análisis de distribución multitemporales, asociando las variaciones con datos climáticos.

Se debe realizar un análisis de las comunidades como indicadores de calidad biológica del agua comparando los resultados de correlación con los datos fisicoquímicos registrados en los muestreos.

Para cada uno de los grupos hidrobiológicos identificados, se debe analizar la expresión de su composición y estructura, en función de las variables ambientales que se hayan medido *in situ* de manera simultánea, incluyendo además la información de sustratos y el caudal del cuerpo de agua.

Con base en la información obtenida se debe identificar la biota de mayor importancia ecológica y económica asociada a estos cuerpos de agua, resaltando la dinámica regional que presentan las comunidades ícticas y la actividad pesquera, en caso de que aplique.

4.2.4. Áreas y ecosistemas de especial interés ambiental (AEIA)

Se debe presentar la localización y descripción de las AEIA, identificándolas y cartografiándolas a una escala 1:10.000 o más detallada, en el área de influencia del medio biótico, tales como ecosistemas sensibles y estratégicos, áreas sensibles y estratégicas, áreas con prioridades de conservación contempladas por parte de PNN de Colombia, áreas protegidas, zonas amortiguadoras declaradas para las áreas protegidas del SPNN, áreas de reserva forestal definidas por la Ley 2 de 1959, corredores de conectividad ecológica, áreas con distinciones internacionales identificadas en el ámbito local, regional, nacional, y/o internacional, y páramos y sus áreas de amortiguación, entre otras.

4.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

La caracterización del medio socioeconómico debe hacerse con base en información cuantitativa y cualitativa, y su análisis, de acuerdo con las directrices

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

y metodologías establecidas en la MGEPEA, 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.

Además de aplicar las consideraciones indicadas en la MGEPEA, para la caracterización del componente económico, se deben identificar y analizar los procesos existentes en cada uno de los municipios, teniendo en cuenta las actividades económicas que puedan verse afectadas por el proyecto (p. e. pesca, barequeo, minería, turismo).

En caso de proceder la realización de consulta previa, se debe tener en cuenta en el estudio: caracterización, zonificación ambiental y de manejo, impactos, medidas de manejo, entre otros (según sea el caso y de acuerdo con la información obtenida), información de las comunidades étnicas objeto de la consulta, de tal manera que permita un abordaje integral de la información de carácter ambiental que debe ser analizada por la Autoridad Ambiental.

La cartografía de las unidades territoriales correspondientes al medio socioeconómico debe presentarse a escala 1:10.000 o más detallada.

El Modelo de Almacenamiento Geográfico de Datos establece el detalle de la información solicitada para las unidades territoriales, 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 ellos.

4.4. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Para el análisis de los servicios ecosistémicos (SSEE), se debe realizar la identificación, cuantificación y análisis de los SSEE provistos por los ecosistemas del área de influencia del proyecto, y de sus relaciones con las comunidades e individuos que la habitan, conforme a la información de caracterización abiótica, biótica y socioeconómica, que debe ser integrada para hallar las interrelaciones existentes entre los atributos ecosistémicos y las dimensiones sociales, económicas y culturales, donde las personas se benefician de los ecosistemas y a la vez, los ecosistemas son modificados por las acciones humanas, para lo cual se debe definir la unidad de análisis, identificar y describir en forma general los

SSEE y realizar su análisis conforme a los lineamientos establecidos en la MGEPEA.

4.5. PAISAJE

Se debe definir, describir y representar cartográficamente, los elementos del paisaje en el área de influencia del proyecto, realizando el análisis de la visibilidad, calidad y fragilidad visual del paisaje, identificando los elementos discordantes con el respectivo análisis de correspondencia cromática y tamaño de la discordancia, escala visual, sitios de interés paisajístico, descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona, percepción de las comunidades respecto del valor paisajístico y relación de éste con su cultura e identidad local y regional, conforme a los lineamientos establecidos en la MGEPEA.

Las unidades de paisaje local (escala 1:10.000 o más detallada) se pueden establecer a través de sensores remotos como imágenes de satélite, radar o fotografías aéreas, entre otra información de utilidad.

5. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL[28]

Para la zonificación ambiental se deben definir áreas relativamente homogéneas, teniendo en cuenta las características y la sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Para su definición, se debe tener en cuenta lo establecido en MGEPEA.

La elaboración y presentación de los mapas de zonificación para cada uno de los medios en donde se identifiquen y definan las áreas o unidades con diferentes grados de sensibilidad o susceptibilidad, así como la zonificación ambiental final, se debe realizar a escala 1:25.000 o más detallada, acorde con la sensibilidad ambiental de la temática tratada.

Adicionalmente, para establecer las unidades espaciales homogéneas se deben tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- Áreas con características sensibles por aspectos relacionados con la estabilidad geotécnica, capacidad de uso del suelo, hidrología, hidrogeología, unidades de paisaje, entre otros.

[28] 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.

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

- Áreas que presenten algún grado de sensibilidad ambiental asociadas a la unidad de análisis territorial del área de influencia del medio, teniendo en cuenta aspectos demográficos, espaciales, económicos, culturales y/o de capacidad organizativa e institucional.

- AEIA, áreas naturales protegidas, reservas de la sociedad civil, distritos de manejo integrado, ecosistemas sensibles, contraste de áreas comunes con la Lista Roja de Ecosistemas de Colombia (LRE), 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 zonas de paso de especies migratorias.

- Áreas susceptibles a la degradación ambiental (pérdida de biodiversidad, deforestación, desertificación, contaminación de suelos, entre otras). Dichas áreas deben haber sido establecidas por las autoridades competentes a nivel nacional, regional y local.

La zonificación ambiental debe estar articulada con los instrumentos de ordenamiento del territorio y de los instrumentos de ordenamiento/planificación ambiental del recurso hídrico, existentes para el área manteniendo las restricciones establecidas en los mismos.

6. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Para la caracterización detallada de los recursos naturales renovables que demanda el proyecto y que serían utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes fases, se deben seguir los lineamientos establecidos en el capítulo correspondiente de la MGEPEA.

La demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, descritos en el EIA, y que se proyectan a ser utilizados por el proyecto de perforación exploratoria debe estar acorde con los requerimientos establecidos por el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 2202 de 2005 modificada parcialmente por la resolución 1058 de 2021 , o aquella norma que los modifique o sustituya, en relación con todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios por el tiempo establecido para la ejecución de las actividades

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

Fuente: DAASU Minambiente 2018

6.2. EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Cuando se requiera el permiso de exploración de aguas subterráneas se debe presentar debidamente diligenciado el Formulario Único Nacional de Solicitud de Prospección y Exploración de Aguas Subterráneas adoptado por la resolución 2202 de 2005 modificada parcialmente por la resolución 1058 de 2021 o aquella que lo modifique o sustituya, así como lo estipulado en los artículos 2.2.3.2.16.5 Requisitos para la obtención del permiso, 2.2.3.2.16.6 Anexos solicitud de permiso y 2.2.3.2.16.9 Exploración y aspectos a considerar, del Decreto 1076 de 2015. La información debe presentarse a escala 1:10.000 o más detallada, ajustada al modelo estructurado del MAG.

Asimismo, se debe describir lo siguiente:

- Localización georreferenciada de los polígonos en los que se propone ubicar los sitios propuestos para realizar las perforaciones exploratorias.

- Inventario de puntos de agua subterránea del área donde se proyecta realizar la exploración.

- Estudio geofísico empleado para determinar la localización de los pozos exploratorios.

- Localización georreferenciada de los sitios propuestos para realizar las perforaciones exploratorias.

- Descripción del sistema de perforación a emplear.

6.3. CONCESIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

La concesión de aguas subterráneas requiere en forma previa el trámite del permiso de exploración de aguas subterráneas. En caso de que el proyecto para la exploración de fuentes de energía geotérmica demande uso del agua subterránea para usos diferentes, se requiere tramitar la concesión de aguas subterráneas correspondiente.

Para gestionar el permiso de concesión se debe realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea que incluya como mínimo los parámetros establecidos en las siguientes tablas:

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

de construcción, perforación, pruebas, desmantelamiento y abandono del proyecto.

De acuerdo con la Ley 373 de 1997, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico y la Política de Producción más Limpia y Consumo Sostenible y su reglamentación establecida en el Decreto 1090 de 2018, se deben presentar programas de ahorro y uso eficiente del agua para las concesiones solicitadas, y para el uso eficiente de la energía, respectivamente.

La caracterización de los parámetros debe realizarse por laboratorios acreditados por el IDEAM para su muestreo. Se aceptan los resultados de análisis que provengan de laboratorios extranjeros acreditados por otro organismo de acreditación, hasta tanto se cuente con la disponibilidad de capacidad analítica en el país.

Los puntos de uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables se deben localizar en un plano a escala 1:10.000, con referencia a la base hidrológica y cartográfica utilizada, y a la localización del proyecto. La información debe estar consolidada en los Formularios Únicos Nacionales y debe ser debidamente estructurada en el MAG.

Para el desarrollo de este capítulo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

6.1. CONCESIÓN DE AGUA SUPERFICIAL

La caracterización de los cuerpos de agua en los cuales se solicite concesión de agua superficial, además de los parámetros presentados en la tabla 3, debe considerar como mínimo, los consignados en la tabla 7:

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos adicionales que se deben caracterizar en corrientes superficiales en las que se solicita concesión de agua superficial.

PARÁMETROS	UNIDADES
Compuestos de Nitrógeno	
Nitritos (N-NO_2)	mg/L
Nitratos (N-NO_3)	mg/L
Nitrógeno Total	mg/L
Iones	
Cianuro Total (CN)	mg/L
Metales y Metaloides	
Cromo Hexavalente (Cr^{+6})	mg/L
Vanadio (V)	mg/L

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

Tabla 8. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que se deben caracterizar en fuentes de agua subterránea en las que se solicita concesión de agua subterránea.

PARÁMETROS	UNIDADES
Generales	
Profundidad	M
Nivel freático o piezométrico	M
Altura sobre el nivel del mar	M
Temperatura	(°C)
pH	Unidades de pH
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)
Turbiedad	(UNT)
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	(mg/L O_2)
Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días (DBO5)	(mg/L O_2).
Solidos Totales (ST)	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L
Grasas y Aceites	mg/L
Fenoles	mg/L
Hidrocarburos	
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L
Compuestos orgánicos volátiles	mg/L
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y orto, meta y para-Xileno)	mg/L
Metano	mg/L
Cationes	
Calcio (Ca^{++})	mg/L
Sodio (Na^{+})	mg/L
Potasio (K^{+})	mg/L
Magnesio (Mg^{++})	mg/L
Amonio (NH_4^{+})	mg/L
Hierro Total (Fe)	mg/L
Manganeso (Mn)	mg/L
Estroncio (Sr2+)	mg/L
Aniones	
Nitrato (N-NO_3)	mg/L
Nitritos (N-NO_2)	mg/L
Cloruro (CL^{-})	mg/L
Sulfato ($SO_4^{=}$)	mg/L
Carbonato ($CO_3^{=}$)	mg/L
Bicarbonato (HCO_3^{-})	mg/L
Fluoruros (F-)	mg/L
Fósforo Reactivo Total	mg/L
Sílice Total (SiO2)	mg/L
Metales y Metaloides	
Aluminio (Al)	mg/L

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

PARÁMETROS	UNIDADES
Arsénico (As)	mg/L
Bario (Ba)	mg/L
Bromo (Br)	mg/L
Cadmio (Cd)	mg/L
Cobalto (Co)	mg/L
Cromo (Cr)	mg/L
Estroncio (Sr)	mg/L
Mercurio (Hg)	mg/L
Plomo (Pb)	mg/L
Selenio (Se)	mg/L
Otros parámetros para análisis y reporte	
Acidez Total	mg/L $CaCO_3$
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$
Dureza Cálcica	mg/L $CaCO_3$
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$
Microbiológicos	
Coliformes totales	NMP/100 mL
Coliformes fecales	NMP/100 mL
E. Coli	NMP/100 mL

Fuente: DAASU Minambiente 2018

Tabla 9. Variables de monitoreo isotópico.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	FRECUENCIA DE MONITOREO	Método/ técnica
Precipitación	Hidrológica	Diaria, horaria	Estaciones pluviométricas
Precipitación, manantiales ^{18}O, ^{2}H (Unidades de Tritio), ^{13}C	Isótopos estables	Muestras compuestas mensuales.	Espectrometría laser y de masas.
Aguas superficiales y acuíferos ^{18}O, ^{2}H, ^{13}C	Isótopos estables	Época seca, época húmeda.	Espectrometría laser y de masas.
Acuíferos I (^{3}H,CFC, ^{14}C y ^{36}Cl (si no hay ^{14}C))	Datación del agua	Una vez	Variadas

Para la concesión de aguas subterráneas se debe consolidar un documento según los lineamientos establecidos en el acápite correspondiente de la MGEPEA, en cumplimiento de la Resolución 2202 de 2005, así como en lo estipulado en los artículos 2.2.3.2.16.14 Requisitos y trámite concesión, 2.2.3.2.9.1 Solicitud de concesión y 2.2.3.2.9.2 Anexos a la solicitud, del Decreto 1076 de 2015 o aquella norma que lo modifique o sustituya.

El documento debe ser estructurado en el modelo de datos del MAG reglamentado mediante Resolución 2182 de 2016 o la norma que la modifique o sustituya, incluir la localización georreferenciada de los pozos exploratorios perforados en mapas

a escala 1:25.000 o más detallada y presentar planos de perfiles y detalles del diseño definitivo de los pozos a las escalas adecuadas.

6.4. PERMISO DE VERTIMIENTO

Para la solicitud de permiso de vertimiento se debe presentar la caracterización de los cuerpos de agua superficiales que se están considerando como receptores de los vertimientos, calculando como mínimo los parámetros establecidos en la tabla 10.

Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que se deben caracterizar en las fuentes de agua superficial objeto de vertimiento.

PARÁMETROS	UNIDADES	PARA LOS CUERPOS DE AGUA EN LOS QUE SE PROPONEN VERTIMIENTOS DIRECTOS	
		AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA
Generales			
Temperatura	(°C)	X	X
Potencial de Hidrógeno – pH	Unidades de pH	X	X
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	(mg/L O_2)	X	X
Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días (DBO5)	(mg/L O_2).	X	X
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	X	X
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L	X	X
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	X	X
Grasas y Aceites	mg/L	X	X
Fenoles Totales	mg/L	X	X
Sustancias Activas de Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	X	X
Coliformes Totales	NMP/100 mL	X	X
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	X	X
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	X	X
Turbiedad	(UNT)	X	X
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L O_2	X	X
Potasio	mg/L	X	X
Hidrocarburos			
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	X	X
Compuestos de Fósforo			
Fósforo Total (P)	mg/L	X	X
Compuestos de Nitrógeno			

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

PARÁMETROS	UNIDADES	PARA LOS CUERPOS DE AGUA EN LOS QUE SE PROPONEN VERTIMIENTOS DIRECTOS	
		AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA
Nitrógeno Total	mg/L	X	X
Iones			
Cloruros (Cl-)	mg/L	X	X
Sulfatos (SO_4)	mg/L	X	X
Metales y Metaloides*			
Arsénico (As)	mg/L		X
Cadmio (Cd)	mg/L		X
Bario (Ba)	mg/L		X
Cinc (Zn)	mg/L		X
Cobre (Cu)	mg/L		X
Cromo (Cr)	mg/L		X
Hierro (Fe)	mg/L		X
Mercurio (Hg)	mg/L		X
Níquel (Ni)	mg/L		X
Plomo (Pb)	mg/L		X
Plata (Ag)	mg/L		X
Selenio (Se)	mg/L		X
Otros Parámetros para Análisis y Reporte			
Acidez Total	mg/L $CaCo_3$	X	X
Alcalinidad Total	mg/L $CaCo_4$	X	X
Dureza Cálcica	mg/L $CaCo_5$	X	X
Dureza Total	mg/L $CaCo_6$	X	X
Color Real (m^{-1}) (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436nm, 525nm y 620nm).	m^{-1}	X	X
Microbiológicos	Unidades		
Coliformes Totales	NMP/100 mL	X	X
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	X	X

Fuente: DAASU Minambiente 2018, adaptación Resolución 631 de 2015

6.4.1. Vertimientos en cuerpos de agua continentales

Cuando el solicitante pretenda realizar vertimientos en cuerpos de agua continentales debe presentar la información, los estudios y modelación de acuerdo con lo establecido en la MGEPEA.

6.4.2. Vertimientos en suelos

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

El interesado en obtener un permiso de vertimiento al suelo debe presentar una solicitud por escrito que contenga, además de la información prevista en el artículo 2.2.3.3.5.2, la prevista en los artículos 5 y 6 del Decreto 50 de 2018 (que modifica el Artículo 2.2.3.3.4.9 del Decreto 1076 de 2015), o en aquellas normas que las modifiquen o sustituyan.

Para vertimiento al suelo de aguas residuales domésticas (ARD), se deben considerar los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos para aguas residuales domésticas tratadas, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 699 de 6 de julio de 2021 o aquella norma que la modifique o sustituya.

6.4.3. Reinyección de agua de perforación y pruebas de producción

Considerando el artículo 2.3.3.4.6. Decreto 1076 de 2015, el cual establece que "El Estudio de Impacto Ambiental requerido para el otorgamiento de la licencia ambiental para las actividades de exploración y explotación petrolífera, de gas y de recursos geotérmicos, cuando a ello hubiere lugar, deberá evaluar la reinyección de las aguas provenientes de estas actividades, previendo la posible afectación al uso actual y potencial de las aguas subterráneas contenidas en el acuífero. [25]

El interesado en reinyectar agua de pruebas de producción, debe garantizar la protección de los acuíferos existentes y los ecosistemas conexos, y proporcionar la información correspondiente. la reinyección se debe hacer "*en una formación geológica que cuente con las condiciones de inyectividad apropiadas para la confinación de estas y que cuente con un sello natural impermeable que no permita la migración de dichos fluidos hacia otras formaciones geológicas, acuíferos o a cuerpos de agua superficiales.*

La formación geológica en la cual se hace la reinyección en caso de contener agua, deberá tener condiciones que no permitan realizar un uso actual de la misma de acuerdo con los criterios de calidad establecidos en la normativa vigente. Así mismo, esta formación deberá estar localizada a una profundidad tal que con las técnicas actuales no sea posible que la misma se constituya en fuente de suministro o abastecimiento para consumo humano o doméstico o actividades agrícolas o pecuarias"[26].

Como mínimo debe presentar la siguiente información para cada pozo inyector:

- Perfil lito-estratigráfico en el cual se identifique la formación geológica a ser inyectada y todos los acuíferos identificados en la línea base local que serían

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

atravesados por las perforaciones, describiendo, con la información disponible, sus características litológicas, texturales y estructurales, espesores y continuidad lateral, y parámetros hidráulicos.

- Disposición final de fluidos geotérmicos a través de pozos inyectores.

En caso de proyectar la disposición final de las aguas residuales provenientes de la actividad exploración geotérmica a través de su reinyección, se debe aportar la siguiente información que permita evaluar las medidas de protección de las aguas subterráneas, de acuerdo con lo señalado en el Artículo 2.2.3.3.4.6 del Decreto 1076 de 2015 y la demás normatividad ambiental que aplique.

- **Localización propuesta para el pozo de reinyección**

Se debe definir y sustentar técnicamente la determinación de las distancias mínimas del pozo inyector propuesto y de las facilidades para el proceso de inyección a fallas geológicas, los puntos de agua subterránea (pozos, aljibes, manantiales, piezómetros), así como a los ecosistemas conexos o interconectados hidráulicamente (cuerpos de agua superficial, humedales, entre otros), para lo cual se debe hacer uso del análisis de vulnerabilidad a la contaminación, datos del inventario de puntos de agua, radios de influencia máximos de los pozos que cuenten con pruebas de bombeo de larga duración, estimación de perímetros de protección para pozos destinados a abastecimiento público o al consumo humano, entre otros. Asimismo, se debe reportar la distancia a fallas geológicas identificadas.

- **Formación propuesta para reinyección**

Se debe presentar informe de geología sobre la formación en la que se está proponiendo la inyección, que incluya aspectos relacionados con:

- Identificación y caracterización de la formación geológica en la que se está proponiendo la inyección (características petrofisicas y geomecánicas), así como de las posibles capas que actúan como sello hidráulico regional supra e infrayacente de la formación propuesta para inyección, y barrera impermeable lateral que garanticen que la formación se encuentra aislada hidráulicamente, así como el análisis estructural donde se determine su posible afectación por discontinuidades estructurales identificadas (fallas, pliegues y fracturas), la calidad del agua prevista, y su caracterización hidráulica con base en la información disponible.

- Línea base de sismicidad del área que involucre el área de exploración dentro del que se encuentre el pozo inyector, con información existente, de acuerdo con las especificaciones del SGC, que permita realizar un análisis preliminar del riesgo de causar sismicidad por presencia de fallas geológicas en el área o cualquier discontinuidad con referente histórico de sismicidad en la región.

- **Diseño mecánico del pozo inyector**

Se debe presentar la identificación y resumen de la caracterización de todos los acuíferos que serán atravesados por los pozos inyectores, considerando la información del Modelo Hidrogeológico Conceptual capítulo 6.1.5 de hidrogeología, reportando el nombre o código de la formación acuífera, profundidad, espesor, parámetros hidráulicos. Una vez perforado el pozo para reinyección, se debe aportar en los informes de cumplimiento ambiental y en el programa de monitoreo, los resultados de su caracterización fisicoquímica e isotópica de acuerdo con las tablas 8 y 9.

- **Caracterización prevista de los fluidos a ser reinyectados**

Se deben presentar los volúmenes de inyección por periodo de tiempo, presiones máximas de inyección previstas, duración, periodicidad (continuo o intermitente), y características fisicoquímicas esperadas del fluido geotérmico y agua de producción (Incluidos fluidos con presencia de radionucleidos de origen natural).

- **Descripción del sistema de tratamiento previsto para el fluido a ser reinyectado**

De ser requerido el sistema de tratamiento, se deben presentar los diseños tipo en esquemas y figuras.

- **Gestión de riesgos asociados con la reinyección de fluidos geotérmicos**

Se deben identificar las situaciones que limiten o impidan el proceso de inyección o el tratamiento de los fluidos a ser reinyectados y presentar un análisis del riesgo, que contemple las medidas de prevención y mitigación, los protocolos de emergencia y contingencia y el programa de rehabilitación y recuperación.

- **Análisis de compatibilidad del agua de formación y los fluidos geotérmicos a ser inyectados**

Con el fin de evitar la corrosión del pozo y la pérdida de inyectividad (taponamiento) por incompatibilidad, y por tanto posible afectación de la formación objeto de inyección, una vez perforados los pozos (exploratorio y/o de gradiente geotérmico y/o inyector), se debe entregar copia del análisis de compatibilidad del agua de formación y los fluidos a ser inyectados.

Nota: Dentro del análisis de compatibilidad se pueden incluir medidas de control como tratamientos previos o adición de aditivos químicos para asegurar la compatibilidad del fluido a inyectar con el agua de formación.

- **Modelamiento hidrogeoquímico**

Una vez perforados los pozos (exploratorio y/o de gradiente geotérmico y/o inyector), se debe entregar copia del modelamiento en el cual se determine la zona de mezcla de inyección.

6.5. OCUPACIÓN DE CAUCES.

Para gestionar el permiso de ocupación de cauces se debe realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica del cuerpo de agua a ocupar que incluya como mínimo los parámetros establecidos en la tabla 11.

Tabla 11. Parámetros fisicoquímicos que se deben caracterizar en las fuentes de agua superficial susceptibles de intervención por ocupación de cauce.

PARÁMETROS	UNIDADES
Generales	
Temperatura	(°C)
pH	Unidades de pH
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)
Turbiedad	(UNT)
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	(mg/L O_2)
Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días (DBO_5)	(mg/L O_2)
Carbono Orgánico Total (COT)	mg/L
Sólidos Sedimentables (SSED)	ml/L
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L
Grasas y Aceites	mg/L
Fenoles	mg/L
Sustancias Activas de Azul de Metileno (SAAM)	mg/L
Sedimentos	
Granulometría	Mm

PARÁMETROS	UNIDADES
Densidad	(kg/m3)
Peso específico	(kN/m3)
Porosidad	(%)
Material de fondo	

Fuente: DAASU Minambiente 2018, adaptación Resolución 631 de 2015

6.6. APROVECHAMIENTO FORESTAL

Para la obtención del permiso de aprovechamiento forestal se deben presentar:

- Formato Único Nacional, de acuerdo con la normativa ambiental vigente o aquella que la modifique o sustituya.
- Inventario forestal o censo de los individuos presentes en las unidades de cobertura vegetal donde se prevé realizar el aprovechamiento forestal.
- Análisis estadísticos detallados utilizados para el cálculo del error de muestreo, especificando las fórmulas utilizas.
- Mapa de coberturas de la tierra con individuos muestreados o censados.
- El inventario forestal debe incluir: Tipo de cobertura, superficie a aprovechar (ha), localización de las unidades de muestreo (coordenadas, vereda, municipio), individuos inventariados (nombre común y científico), clasificación taxonómica (al nivel más preciso posible), DAP, área basal, altura comercial, altura total, volumen total, volumen comercial, estado fitosanitario, cálculo de biomasa y carbono, sumatorias de número de individuos inventariados.
- Presentar las planillas de toma de información en campo de datos del inventario forestal realizado.
- Indicar para el área de aprovechamiento (en hectáreas), los volúmenes y cantidad de individuos a aprovechar, los cuales deben ser presentados por tipo cobertura y por tipo de obra o actividad a desarrollar.
- Presentar las planillas de los cálculos realizados para la estimación del aprovechamiento forestal por cada cobertura vegetal a intervenir por el proyecto.
- Localización de las especies identificadas en alguna categoría de riesgo de extinción, amenaza y/o endemismo.
- En caso de que se requiera el aprovechamiento de especies en veda nacional o regional, se debe presentar la información de localización específica de tales individuos.

6.7. PERMISO DE EMISIÓN ATMOSFÉRICA

Para las fuentes fijas de emisión que requieran permiso de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 1, Titulo 5, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 y en la Resolución 619 de 1997, o aquellas normas que las modifiquen, sustituyan o deroguen, se debe entregar la información allí prevista. Adicionalmente, se debe entregar diligenciado Formulario Único Nacional de Solicitud del Permiso de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas con sus respectivos anexos, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2202 del 29 de diciembre de 2005 o de aquella que la adicione, modifique o sustituya.

De acuerdo con las características propias del proyecto, el solicitante debe evaluar técnicamente la inclusión de lo solicitado en la MGEPEA con respecto a este permiso; en caso de no considerar algún requerimiento, se debe justificar adecuadamente.

Las simulaciones que sean realizadas con el modelo de dispersión deben incluir los contaminantes y sustancias generadoras de olores ofensivos asociados a las actividades del proyecto, incluyendo el sulfuro de hidrógeno (H_2S). Se debe entregar la totalidad de los archivos de entrada, procesamiento y salida que permitan la verificación de los resultados presentados.

Para ruido, se deben simular los aportes de las emisiones sonoras del proyecto mediante un modelo de ruido, considerando la presencia de receptores sensibles cercanos, a partir de los lineamientos establecidos en la MGEPEA para el escenario actual y para los escenarios proyectados. Se deben entregar los archivos base de las simulaciones realizadas que permitan su verificación, así como los inventarios de fuentes sonoras, su georreferenciación y los soportes de la estimación de las potencias acústicas. Esta estimación debe incluir las actividades de perforación y el uso de maquinaria pesada, entre otras actividades asociadas al proyecto, así como el efecto de la aplicación de sistemas de control en la mitigación del impacto por este componente.

Los datos e información cartográfica del componente se deben presentar de acuerdo con las especificaciones establecidas en el MAG. La anterior información se debe presentar en mapas a escala 1:25.000 o más detallada y de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.

7. EVALUACIÓN AMBIENTAL[29]

Para realizar la evaluación de los impactos ambientales se deben seguir los lineamientos establecidos en el numeral de evaluación ambiental de las especificaciones técnicas del Estudio de Impacto Ambiental de la MGEPEA, considerando los siguientes escenarios:

7.1. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN 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 (señalando también su sensibilidad ambiental), y realizar el análisis de tendencias, considerando la perspectiva del desarrollo regional y local, la dinámica económica, los planes gubernamentales, las figuras de conservación y las consecuencias que para los ecosistemas de la zona tienen las actividades antrópicas y los procesos naturales propios de la región.

7.2. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO.

Para la ejecución de las evaluaciones en el escenario con proyecto, se tendrá como punto de partida las calificaciones asignadas a cada impacto, efectuadas durante la evaluación ambiental para el escenario sin proyecto, se deben identificar, describir y valorar los impactos que generaría el proyecto sobre el entorno y que resultan de la interacción entre las actividades de este y los factores de cada componente, conforme los lineamientos establecidos en el MGEPEA.

Cuando exista un alto nivel de incertidumbre acerca de la magnitud y/o alcance de algún impacto del proyecto sobre el ambiente, se deben realizar y describir predicciones para el escenario más crítico posible, el cual incorpora los impactos más importantes que hayan ocurrido históricamente por el desarrollo de la actividad objeto de estudio; consecuentemente, este tipo de impactos deben ser valorados con el mayor valor posible de significancia.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que la determinación de los posibles efectos significativos del proyecto en el ambiente es de particular importancia para este

[29] 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.

tipo de proyecto, se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones particulares:

- La diferencia entre las etapas de construcción, perforación y pruebas del proyecto.
- La emisión de contaminantes, ruido, vibración, radiación ionizante, luz y calor, la creación de molestias y la disposición de desechos. Incluir una línea base del fondo natural (background) en superficie, en las áreas previstas para las actividades del proyecto, de forma que sea posible su monitorización periódica durante la ejecución del proyecto, como parte de la vigilancia radiológica de las fuentes naturales de radiación.
- Los riesgos para la salud humana, el patrimonio cultural o el ambiente (por ejemplo, debido a accidentes o desastres).
- La acumulación de efectos con otros proyectos existentes y/o aprobados, teniendo en cuenta cualquier problema ambiental existente relacionado con áreas de particular importancia ambiental que puedan verse afectadas o el uso de recursos naturales, los impactos sinérgicos y acumulativos.
- El aporte del proyecto al cambio climático (por ejemplo, la naturaleza y la magnitud de las emisiones de gases de efecto invernadero) y la vulnerabilidad del proyecto al cambio climático (desastres naturales).
- Las tecnologías y las sustancias utilizadas.

8. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

Se debe presentar la Evaluación Económica Ambiental (EEA), la cual se constituye como una herramienta técnica para garantizar la proporcionalidad entre las pérdidas de bienestar producidas por los impactos ambientales no internalizables y las ganancias de bienestar generadas por las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA), es decir, para garantizar que los costos ambientales generados por ese tipo de impactos sean menores o equivalentes al valor de las medidas de compensación que se adopten en el PMA para su manejo, conforme a lo establecido en la MGEPEA y el documento criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, adoptado mediante la Resolución 1669 del 14 de agosto de 2017, en lo relacionado con el Instructivo B, de Análisis de Internalización de Impactos en los Estudios de Impacto Ambiental.

Parte de las estrategias de EEA, se centran en la capacidad de los proyectos para controlar (evitar o corregir) los impactos negativos que se generan y que a su vez implican unos costos ambientales.

En este sentido, a partir de la selección de impactos identificados como significativos realizada en el capítulo de Evaluación Ambiental del EIA, se debe realizar la jerarquización de impactos definiendo entre impactos relevantes internalizables o no internalizables.

Respecto a la internalización de los impactos más relevantes, se debe indicar de manera clara las medidas de manejo asociadas a estos impactos siempre que sean prevenibles y/o corregibles, junto con los indicadores de seguimiento del manejo y los costos asociados a estas medidas.

En caso que el EIA identifique impactos significativos no internalizables, es decir que no puedan ser evitados, mitigados y corregidos por las medidas de manejo, se debe seguir lo establecido en la MGEPEA en relación con el Análisis Costo Beneficio para Estudios de Impacto Ambiental y lo establecido en el documento “Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental” en lo que respecta al Instructivo C, Guía para la Valoración de impactos no internalizables como parte del Estudio de Impacto Ambiental.

Respecto a la internalización de los impactos más relevantes, se debe indicar de manera clara las medidas de manejo asociadas a estos impactos siempre que sean prevenibles y/o corregibles, junto con los indicadores de seguimiento del manejo y los costos asociados a estas medidas.

9. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

Para establecer la zonificación de manejo ambiental se deben seguir los lineamientos establecidos en el numeral de zonificación de manejo ambiental de las especificaciones técnicas del EIA de la MGEPEA.

La zonificación de manejo ambiental debe cartografiarse a escala 1:25.000 o más detallada, con sus respectivas convenciones temáticas descriptivas.

10. PLANES Y PROGRAMAS

Para el desarrollo de los planes y programas se debe tener en cuenta lo establecido en el Capítulo III, numeral 9 “Planes y Programas”, de la MGEPEA.

10.1. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Se debe presentar el análisis de los diseños de las medidas del Plan de Manejo Ambiental donde se contemple el cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio en los casos en que aplique.

Cuando en el desarrollo del proyecto y durante la implementación del Plan de Manejo Ambiental se identifique la necesidad de llevar a cabo actividades que impliquen la recolección de especímenes de la biodiversidad (p. e. salvamento de fauna silvestre, colecta y reubicación de especímenes de flora, colecta de muestras hidrobiológicas, reubicación de fauna), éstas deben incluirse, describiéndolas mediante la incorporación de elementos que le permitan evaluar a la autoridad ambiental, los métodos y periodicidad de estas prácticas en el Plan de Manejo Ambiental.

Se deben establecer lineamientos y medidas de manejo para las especies vegetales en veda en caso de existir intervención sobre estas especies.

10.1.1. Programas de manejo ambiental

Se deben presentar los programas de manejo ambiental orientados a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales identificados, que se causen por el desarrollo del proyecto. Los programas y sus subprogramas (cuando éstos se requieran) deben responder a la jerarquía de las medidas de manejo, incorporando medidas de manejo ambiental que busquen en primera instancia, desarrollar acciones para prevenir y evitar la ocurrencia de los impactos; que como segunda opción, se encaminen a mitigarlos y minimizarlos; que en tercer lugar, se dirijan a corregir o restaurar las condiciones del ambiente que sean impactadas por el proyecto y; por último, que se enfoquen en compensar o resarcir los impactos provocados.

Los programas de manejo ambiental deben especificar lo previsto en la MGEPEA, con el fin de asegurar que sus objetivos y metas se orienten al manejo efectivo de todos los impactos identificados y, que, durante su formulación, se tengan en cuenta en caso de que existan, los planes de desarrollo regional y local, así como los del ordenamiento ambiental territorial, a fin de asegurar su coherencia con los mismos.

10.2. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Se debe plantear el seguimiento y monitoreo tanto a los planes y programas formulados en el EIA, como a la calidad ambiental una vez se inicie el proyecto, conforme lo previsto en la MGEPEA, complementado por un plan de monitoreo de vigilancia radiológica (fondo natural) asociado con las fuentes naturales de radiación.

10.3. PLAN DE CONTINGENCIAS

Se debe formular y presentar un plan de contingencias tomando como referencia las consideraciones previstas en la Ley 1523 de 2012, Decreto 2157 de 2017, Decreto 1868 de 2021 y en la normativa sectorial específica, o en aquella que la modifique o sustituya, siguiendo los lineamientos establecidos en la sección 9.1.3 del Capítulo III de la MPEGEA y tomando como referencia las consideraciones previstas en la Ley 1523 de 2012. La formulación se deberá diseñar y plantear la realización de acciones dirigidas a la preparación y la respuesta integral frente a incidentes por pérdida de contención de fluidos y otras sustancias peligrosas en áreas marítimas, continentales, insulares y fluviales del país, conforme las directrices del Plan Nacional de Contingencias.

Se debe realizar un análisis que permita estimar los riesgos ambientales, sociales y socioeconómicos considerando aquellos eventos endógenos que puedan generarse a causa de las etapas propuestas, obras o actividades asociadas al proyecto geotérmico.

Las amenazas de origen endógeno deben considerar la infraestructura y actividades asociadas al proyecto. Para los escenarios relacionados con la actividad de perforación de pozos geotérmicos, se debe considerar las condiciones geomecánicas de las unidades geológicas infrayacentes de interés, en las que se puedan desencadenar escenarios de sismicidad inducida, migración de fluidos asociados a la actividad de inyección y/o liberación a superficie de gases, se debe considerar escenarios concatenados (o efecto dominó), en los que una condición de amenaza de origen natural puede desencadenar la materialización de un evento tecnológico (Natech).

El análisis y valoración de riesgos debe soportarse en metodologías semicuantitativas o cuantitativas (con el objeto de tener un mejor soporte para la definición de las medidas de reducción del riesgo), según la magnitud y complejidad de las fases del proyecto.

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

Los análisis de consecuencia potenciales y colaterales e identificación de áreas de afectación probables deben considerarse para los escenarios donde se pueda presentar liberación de masa o energía y dispersión de sustancias tóxicas (orgánicas e inorgánicas).

Se deben presentar mapas de riesgos con el resultado de la valoración obtenida de conformidad con el modelo de almacenamientos de datos geográficos. La escala debe coincidir con la utilizada en los mapas de los análisis de eventos amenazantes y elementos expuestos, esto es a escala 1:25.000 o más detallada teniendo en cuenta el contexto externo relacionado con el área donde se plantea desarrollar el proyecto.

Se deben presentar acciones de monitoreo del riesgo de forma tal que permita conocer su comportamiento en el tiempo, así como de los eventos amenazantes y las vulnerabilidades. Dado que un comportamiento variable puede implicar cambios en la valoración del riesgo, la información registrada mediante el monitoreo debe emplearse para retroalimentar tanto el conocimiento y reducción del riesgo, como el manejo de la contingencia.

Para el monitoreo del riesgo se puede incorporar la instrumentación que permita establecer mecanismos de seguimiento a los eventos críticos identificados y estar alineado con los sistemas de monitoreo del Sistema Nacional Ambiental y con los sistemas de alerta dispuestos por las entidades del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, de los ámbitos nacional, regional o municipal. Este monitoreo debe ser considerado para aquellas variables que incidan en el comportamiento del riesgo y que puedan generar afectación a los medios biótico, abiótico y socioeconómico.

El monitoreo debe contemplar como mínimo los siguientes protocolos:

- **Protocolos o procedimientos de cómo se llevará a cabo el monitoreo:**
  - Teniendo en cuenta los eventos amenazantes identificados que permiten establecer los niveles de acuerdo con el fenómeno o evento.
  - Frecuencia de monitoreo y parámetros de análisis
  - Articulación con los niveles de alerta temprana.

- **Protocolos o procedimientos de notificación previos a una situación de emergencia de acuerdo con los umbrales de los parámetros e indicadores identificados:**
  - Selección de parámetros e indicadores objeto de monitoreo del riesgo.
  - Diseño e instalación de la instrumentación (Si se requieren).
  - Obtener información adicional para mejorar la valoración del riesgo.
  - Analizar y aprender lecciones a partir de eventos ocurridos.
  - Identificar riesgos futuros

Para el manejo de la contingencia, enmarcado en los subprocesos de preparación y ejecución para la respuesta, se debe:

- Presentar los programas de capacitación y divulgación de los planes de contingencia que se implementarán durante la ejecución de actividades del proyecto, al personal interno, las comunidades más próximas, así como a las entidades de apoyo externo que hagan parte de la estructura organizacional en la respuesta a eventos de contingencia. Dentro de estos programas de divulgación, también se deben considerar los sistemas de alarma y alerta temprana que puedan se implementados tanto con el personal interno, como por las entidades de respuesta a emergencia, así como con las comunidades aledañas a cada proyecto.

- Determinar las prioridades de protección, teniendo en cuenta las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos presentes en las áreas estimadas de afectación probable, así como la definición de los sitios estratégicos y puntos de control para eventos de contingencia que cuenten con los recursos disponibles para la atención oportuna.

- Involucrar el personal e inventario de equipos disponible en las áreas donde se realizarán las actividades del proyecto, estos deben estar acordes a los escenarios de riesgo identificados de tal manera que asegure la respuesta oportuna en función de la ubicación y la posible afectación de elementos expuestos que hayan sido identificados como prioridades de protección ambiental. También se deben considerar los recursos externos de atención de emergencias entre los que se incluyen los asociados a las entidades locales y departamentales de respuesta a emergencia, como también aquellos gestionados en el marco del establecimiento de planes de ayuda mutua con otras entidades o empresas.

- Establecer los niveles de emergencia, los actores, instancias de coordinación y estructuras de intervención; así mismo, señalar la articulación de la respuesta con actores internos y externos.

- Identificar con claridad las estrategias, los protocolos, así como los procedimientos (líneas de acción) a implementar ante la materialización de una contingencia, como también se deben identificar los objetivos, alcances de la respuesta de acuerdo con la magnitud de la contingencia, los niveles de emergencia, los niveles de activación, la estructura de intervención y articulación de la respuesta.

Frente a la preparación y ejecución de la recuperación ambiental, se deben definir las estrategias y los procedimientos por cada medio afectado, incluyendo indicadores de monitoreo de las actividades.

De igual manera, se debe presentar la metodología de ejecución de instrumentos de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Ambientales (EDANA), con base en el análisis de vulnerabilidad de elementos expuestos que se encuentren en las áreas de afectación estimadas.

10.4. PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO

Se debe presentar el Plan de Desmantelamiento y Abandono conforme lo previsto en el numeral 9.1.4 del capítulo III de la MGEPEA.

10.5. PLAN DE INVERSIÓN DE NO MENOS DEL 1%

Para la formulación del Plan de Inversión Forzosa de no menos del 1% que deben realizar todos los proyectos cuando para su desarrollo hagan uso del recurso hídrico tomado de fuente natural (superficial o subterránea), se debe tener en cuenta lo establecido en el Decreto 2099 de 22 de diciembre de 2016, que modificó el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 de 2015, modificado a su vez por el Decreto 075 de 20 de enero de 2017 o aquella norma que lo modifique, sustituya o derogue. Para su desarrollo se debe presentar la información detallada en la MGEPEA.

El solicitante debe evaluar la pertinencia de incluir o no esta información acorde a las características propias de su proyecto y lo solicitado en la MGEPEA.

10.6. PLAN DE COMPENSACIONES DEL MEDIO BIÓTICO EN EL MARCO DEL PROCESO DE LICENCIAMIENTO AMBIENTAL

El plan de compensación por los impactos residuales sobre ecosistemas continentales, de requerirse, debe diseñarse y desarrollarse de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Compensaciones del Componente Biótico adoptado mediante Resolución 256 de 22 de febrero de 2018, modificada

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

por la Resolución 1428 de 2018, y el mapa Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia del 2017 y conforme a los lineamientos definidos en el Manual y las directrices establecidas en la MPEGEA para su correcta aplicación.

El área y ubicación espacial del plan de compensaciones debe presentarse siguiendo el MAG, de forma que puedan ser cuantificadas las áreas que serán objeto de afectación y asimismo puedan ser modeladas para sus consideraciones técnicas en el plan de compensación.

Para la formulación del Plan de compensaciones del componente biótico, se deben tener en cuenta los portafolios de áreas de conservación, así como las demás estrategias de conservación formulados por las Autoridades Ambientales correspondientes (p.ej. Minambiente, Institutos de Investigación, Corporaciones Autónomas Regionales) y documentos

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

11. BIBLIOGRAFÍA

[1] Adaptado de: NACIONES UNIDAS. Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales. s.l. ONU. s.f.

[2] Guía para estudios de reconocimiento y prefactibilidad geotérmicos. 150 p. Quito, Ecuador. OLADE, BID. 1993.

[3] Biología. Curtis H., Barnes S., Schnek A. y Massarini A. 7ª Edición. Editorial Médica Panamericana, 2008.

[4] 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.

[5] Tomado 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.

[6] Tomado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1715 del 2014. "*Por medio de la cual se regula la integración de las Energías Renovables No Convencionales al Sistema Energético Nacional"*. Bogotá: Congreso de la República, 2014.

[7] Tomado de: Dickson, M. & Fanelli, M. Qué es la energía geotérmica. Website International Geothermal Association: http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php?lang=it.

[8] Tomado de: Guía para estudios de reconocimiento y prefactibilidad geotérmicos. 150 p. OLADE, BID. 1993. Quito, Ecuador.

[9] Tomado de: Dickson, M. & Fanelly, M. (Ed.). Geothermal Energy. Utilization and technology. CNR- Institute of Geosciences and Earth Resources. UNESCO. 205 p. UK. 2003.

[10] Tomado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1715 del 2014. "*Por medio de la cual se regula la integración de las Energías Renovables No Convencionales al Sistema Energético Nacional"*. Bogotá: Congreso de la República, 2014.

11] WMO –UNESCO. 2012. International glossary of hydrology. 2012. 469 p. Geneve.

[12] Shoeller, 1962 como citado en Custodio, E. & Llamas, M. 1976. Hidrología subterránea. Tomo I. Ediciones Omega. Barcelona. 1157p.

[13] Tomado 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.

[14] 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.

[15] Tomado de: Axelsson, G. & Franzson, H. Geothermal Drilling Targets and Well Sitting. Short course on Geothermal Development and Geothermal Wells. UNU-GTP and LaGeo. El Salvador. 2012.

[16] Tomado de: Axelsson, G. & Franzson, H. Geothermal Drilling Targets and Well Sitting. Short course on Geothermal Development and Geothermal Wells. UNU-GTP and LaGeo. El Salvador. 2012.

[17] Tomado de: Axelsson, G. & Franzson, H. Geothermal Drilling Targets and Well Sitting. Short course on Geothermal Development and Geothermal Wells. UNU-GTP and LaGeo. El Salvador. 2012.

[18] Tomado 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.

[19] Tomado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 2099 del 2021. "Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del País" Capítulo III. Del Recurso Geotérmico, Artículo 17. Bogotá: Congreso de la República. 2021.

[20] Tomado de: OLADE, BID. Guía para estudios de reconocimiento y prefactibilidad geotérmicos. 150 p. Quito, Ecuador. 1993.

[21] 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.

[22] Tomado de: Bielicki, J. Blackwell, D., Harp, D., Karra, S., Kelley, R., Kelley S., Middleton, Person, M., Sutula, G., Witcher, J. 2016. Hydrogeologic windows and estimating the prospectivity of geothermal resources. Proceedings. 41st Workshop on Geothermal Reservoir Engineerging. 22-24 p. Standford, California.

[23] Tomado de: Bielicki, J. Blackwell, D., Harp, D., Karra, S., Kelley, R., Kelley S., Middleton, Person, M., Sutula, G., Witcher, J. Hydrogeologic windows and estimating the prospectivity of geothermal resources. Proceedings. 41st Workshop on Geothermal Reservoir Engineerging. 22-24 p. Standford, California. 2016.

[24] Tomado de: Dickson, M. & Fanelly, M. (Ed.) Geothermal Energy. Utilization and technology. CNR- Institute of Geosciences and Earth Resources. UNESCO. 205 p. UK. 2003.

[25] Tomado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Artículo 2.2.3.3.4.6. Sección 4. Vertimientos. Decreto 1076. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2015.

26 Tomado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente – AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES – ANLA- Términos de Referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos. Bogotá. 2014

Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, en proyectos de exploración de fuentes de energía geotérmica para generación eléctrica

(C. F.).

SUPERINTENDENCIAS

Superintendencia de Industria y Comercio

RESOLUCIONES

RESOLUCIÓN NÚMERO 37337 DE 2022

(junio 15)

por la cual se modifica el Capítulo Séptimo del Título VI de la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio.

El Superintendente de Industria y Comercio, en ejercicio de facultades legales, en especial, las que confieren la Ley 1480 de 2011 y los Decretos 4886 de 2011 y 1074 de 2015, y

CONSIDERANDO:

Que el artículo 78 de la Constitución Política, prevé que: *"[l]a ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización. Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios"*.

Que el artículo 334 de la Constitución Política faculta al Estado para intervenir por mandato de la ley en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes para racionalizar la economía con el fin de obtener el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, los beneficios del desarrollo y la prevención de un ambiente sano, entre otros.

Que el artículo 3° de la Ley 155 de 1959 dispone que: *"[e]l Gobierno intervendrá en la fijación de normas sobre pesas y medidas, calidad, empaque y clasificación de los productos, materias primas y artículos o mercancías con miras a defender el interés de los consumidores y de los productores de materias primas"*.

Que mediante el Decreto 1074 de 2015, Decreto Único del Sector Comercio, Industria y Turismo, se organizó el Subsistema Nacional de la Calidad, en lo que se refiere a las actividades de normalización, reglamentación técnica, acreditación, evaluación de la conformidad, metrología, vigilancia y control.

Que mediante el Decreto 1595 de 2015 se adicionó y modificó el Capítulo 7 del Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1074 de 2015, en lo concerniente a las disposiciones relativas al Subsistema Nacional de la Calidad.

Que mediante el Decreto 1468 de 2020 se modificaron las Secciones 2, 5 y 6 del Capítulo 7 del Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1074 de 2015, particularmente en lo relacionado a las buenas prácticas de regulación.

Que el artículo 2.2.1.7.14.2[1] del Decreto 1074 de 2015 señala que, *"[t]odos los equipos, aparatos, medios o sistemas que sirvan como instrumentos de medida o tengan como finalidad la actividad de medir, pesar o contar y que sean utilizados en el comercio, en la salud, en la seguridad o en la protección del medio ambiente o por razones de interés público, protección al consumidor o lealtad en las prácticas comerciales, deberán cumplir las disposiciones y los requisitos establecidos en el presente capítulo y con los reglamentos técnicos metrológicos que para tal efecto expida la Superintendencia de Industria y Comercio y, en su defecto, con las recomendaciones de la Organización Internacional de la Metrología Legal (OIML) para cada tipo de instrumento"*.

Que el artículo 2.2.1.7.14.3[2] del Decreto 1074 de 2015, establece que*: "[e]n especial, están sujetos al cumplimiento de lo establecido en el presente capítulo los instrumentos de medida que sirvan para medir, pesar o contar y que tengan como finalidad, entre otras:*

1. Realizar transacciones comerciales o determinar el precio de servicios".

Que el artículo 2.2.1.7.14.1 del Decreto 1074 de 2015, precisa que *"[l]a Superintendencia de Industria y Comercio es la Entidad competente para instruir y expedir reglamentos técnicos metrológicos para instrumentos de medición sujetos a control metrológico (...)*

La Superintendencia de Industria y Comercio podrá además implementar las herramientas tecnológicas o informáticas que considere necesarias para asegurar el adecuado control metrológico e instruirá la forma en que los productores, importadores, reparadores y responsables de los instrumentos de medición, reportarán información al sistema (...)

La Superintendencia de Industria y Comercio reglamentará las condiciones y los requisitos de operación de los Organismos Autorizados de Verificación Metrológica y Organismos Evaluadores de la Conformidad que actúen frente a los instrumentos de medición".

Que en el numeral 2 del artículo 2.2.1.7.14.4. del Decreto 1074 de 2015, modificado por el artículo 3° del Decreto 1595 de 2015, se dispone que: *"[t]oda persona que use o mantenga un instrumento de medición que sea usado en cualquiera de las actividades relacionadas con el presente capítulo será responsable del buen funcionamiento y de la conservación del instrumento de medición, en cuanto a sus características metrológicas obligatorias y a la confiabilidad de sus mediciones, así como del cumplimiento del reglamento técnico metrológico correspondiente. Igualmente deberá permitir la realización de las verificaciones periódicas establecidas en el reglamento técnico o las que se hagan después de una reparación o modificación del instrumento, a su costa, permitiendo el acceso al instrumento de medición y a los documentos pertinentes"*.

Que de conformidad con lo ordenado en los numerales 41, 42, 44, 45, 48 y 49 del artículo 1° del Decreto 4886 de 2011, le corresponde a la Superintendencia de Industria y Comercio, entre otras funciones, respectivamente: "[o]*rganizar e instruir la forma en que funcionará la metrología legal en Colombia"; "*[e]*jercer funciones de control metrológico de carácter obligatorio en el orden nacional"; "*[e]*stablecer el procedimiento e instruir la forma en que se hará la aprobación de modelo para los instrumentos de medida que cuenten con la respectiva aprobación de modelo"; "*[e]*jercer el control sobre pesas directamente o en coordinación con las autoridades del orden territorial"; "*[f]*ijar las tolerancias permisibles para efectos del control metrológico"; y "*[e]*xpedir la reglamentación para la operación de la metrología legal"*.

Que mediante Resolución 77507 de 2016, esta Superintendencia expidió el reglamento técnico metrológico aplicable a surtidores, dispensadores y/o medidores de combustibles líquidos, el cual fue modificado mediante Resolución 67760 de 2018.

Que la Recomendación OIML R-117 *"Dynamic measuring systems for liquids other than water, Part 1 Metrological and technical requirements"* fue actualizada en el año 2019, y esta corresponde a la norma internacional que sirve de fundamento para la reglamentación técnica aplicable a surtidores, adoptada mediante Resoluciones 77507 de 2016 y 67760 de 2018.

Que en consecuencia con lo anterior, mediante Resolución 73133 del 11 de noviembre de 2021, la Superintendencia de Industria y Comercio extendió la vigencia de la Resolución 77507 de 2016, modificada mediante Resolución 67760 de 2018, mientras se adopta la modificación del reglamento técnico.

Que el parágrafo 2° del artículo 2.2.1.7.5.4 del Decreto 1074 de 2015, establece que, la realización de Análisis de Impacto Normativo ex ante (simple o completo), es obligatoria para la expedición, modificación o derogación de los reglamentos técnicos.

Que la Superintendencia de Industria y Comercio realizó un Análisis de Impacto Normativo ex ante simple, del reglamento metrológico aplicable a surtidores, dispensadores

1 Modificado por el Decreto 1595 de 2015, que expidió las normas relativas al Subsistema Nacional de la Calidad y modificó el Capítulo 7 y la Sección 1 del Capítulo 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1074 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo.

2 Ibídem.