

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES

TÉRMINOS DE REFERENCIA
PARA LA ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE
ALTERNATIVAS –DAA EN PROYECTOS LINEALES DE INFRAESTRUCTURA
DE TRANSPORTE
(VÍAS CARRETERAS Y LÍNEAS FÉRREAS INCLUYENDO TÚNELES)
TdR-XX

BOGOTÁ D.C.
2018

TABLA DE CONTENIDO

I.	LISTA DE ACRÓNIMOS	5
II.	CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO	7
III.	GLOSARIO	8
IV.	RESUMEN EJECUTIVO	15
1.	OBJETIVOS	15
2.	GENERALIDADES	15
2.1	ANTECEDENTES.....	15
2.2	ALCANCES	16
2.3	METODOLOGÍA.....	16
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
3.1	LOCALIZACIÓN	18
3.2	DISEÑO DEL PROYECTO.....	19
3.3	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.....	19
3.3.1	INFRAESTRUCTURA Y ÁREAS ESPECIALES EXISTENTES.....	19
3.3.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	20
3.3.3	FASES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	22
3.3.4	CRONOGRAMA DEL PROYECTO	22
4.	ÁREA DE ESTUDIO	22
5.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	23
5.1	MEDIO ABIÓTICO.....	24
5.1.1	GEOLOGÍA.....	24
5.1.2	GEOMORFOLOGÍA.....	25
5.1.3	SUELOS	27
5.1.4	HIDROLOGÍA	27
5.1.5	USOS DEL AGUA	28
5.1.6	HIDROGEOLOGÍA	29

5.1.7	GEOTECNIA.....	30
5.1.8	ATMÓSFERA	31
5.1.8.1	Meteorología.....	31
5.1.8.2	Identificación de fuentes de emisión.....	32
5.1.8.3	Modelización de escenarios y Calidad del aire (Información de Inmisión)	33
5.1.8.4	Ruido	33
5.1.9	PAISAJE	34
5.2	MEDIO BIÓTICO	34
5.2.1	ECOSISTEMAS TERRESTRES	35
5.2.1.1	Flora	36
5.2.1.2	Fauna	37
5.2.2	ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	37
5.2.3	ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA Y FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT	37
5.2.4	ECOSISTEMAS Y ÁREAS FRÁGILES Y ESTRATÉGICAS Y ÁREAS PROTEGIDAS ^[1]	38
5.3	MEDIO SOCIOECONÓMICO	39
5.3.1	PARTICIPACIÓN Y SOCIALIZACIÓN CON LAS COMUNIDADES	39
5.3.2	COMPONENTE DEMOGRÁFICO	41
5.3.3	COMPONENTE ESPACIAL.....	41
5.3.4	COMPONENTE ECONÓMICO.....	42
5.3.5	COMPONENTE CULTURAL	42
5.3.5.1	Comunidades no étnicas	42
5.3.5.2	Comunidades étnicas	43
5.3.6	COMPONENTE ARQUEOLÓGICO.....	43
5.3.7	COMPONENTE POLÍTICO-ORGANIZATIVO	43
5.3.8	TENDENCIAS DEL DESARROLLO	43
5.3.9	INFORMACIÓN PRELIMINAR DE LA POBLACIÓN A DESPLAZAR.....	44
6.	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	44
7.	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....	45
8.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES	46
9.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO ambiental de las ALTERNATIVAS	48
10.	COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	53

10.1	ASPECTOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO	53
10.2	CRITERIOS PARA LA COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS	56
10.2.1	CRITERIOS RELACIONADOS CON EL MEDIO ABIÓTICO	56
10.2.2	CRITERIOS RELACIONADOS CON EL MEDIO BIÓTICO	58
10.2.3	CRITERIOS RELACIONADOS CON EL MEDIO SOCIOECONÓMICO	59
10.2.4	CRITERIOS GENERALES	60
	BIBLIOGRAFÍA	61

I. LISTA DE ACRÓNIMOS

ACB: Análisis Costo Beneficio

AICAS: Áreas Importantes para la Conservación de las Aves

ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

BSE: Bienes y Servicios Ecosistémicos

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

CR: En Peligro Crítico

DAA: Diagnóstico Ambiental de Alternativas

EMC: Evaluación Multicriterio

EN: En Peligro

EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial

GDB: Modelo de Almacenamiento Geográfico de Datos

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

LC: Preocupación menor

MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Minambiente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas

NE: No evaluado

NT: Casi amenazado

PBOT: Plan Básico de Ordenamiento Territorial

PNN: Parques Nacionales Naturales

POMCA: Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas

PORH: Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

SIG: Sistema de Información Geográfica

SINAP: Sistema Nacional de Áreas Protegidas

SIRAP: Sistema Regional de Áreas Protegidas

SIRH: Sistema de Información del Recurso Hídrico

SSEE: Servicios Ecosistémicos

UAF: Unidad Agrícola Familiar

VITAL: Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea

VU: Vulnerable

ZIDRES: Zonas de Interés de Desarrollo Rural y Económico

II. CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO¹

En este documento se presentan los términos de referencia para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (en adelante DAA) para proyectos lineales de infraestructura de transporte: vías carreteras y líneas férreas, incluyendo túneles, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, la Ley 1682 de 2013 de Infraestructura o aquellas normas que los modifiquen, sustituyan o deroguen. Estos términos son de carácter genérico y, en consecuencia, deben ser adaptados a la magnitud y particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar; en tal sentido, en el Estudio deben presentarse alternativas de trazados y/o de corredores en los cuales se ubiquen dichos trazados, de acuerdo con lo que al respecto defina el solicitante; asimismo las alternativas presentadas deben incorporar aspectos tecnológicos y/o constructivos que generen los menores impactos ambientales significativos, articulando tanto los corredores y/o trazados, como las opciones tecnológicas ambientalmente racionales que permitan desarrollarlas, lo cual deberá ser justificado técnicamente.

En el caso de definir alternativas de corredores, se deberá presentar toda la información requerida en los presentes términos de referencia para dichos corredores, mientras que, si se definen alternativas de trazados, se presentará la información más específica para los mismos, considerando que una vez la autoridad ambiental seleccione la alternativa, se deberá elaborar el respectivo Estudio de Impacto Ambiental de conformidad con la información que haya sido presentada en el DAA.

El DAA tiene como objeto suministrarle a la Autoridad Ambiental la información necesaria para evaluar y comparar las diferentes opciones presentadas por el peticionario, bajo las cuales sea posible desarrollar un proyecto, obra o actividad. Las diferentes opciones deberán tener en cuenta el entorno geográfico, las características abióticas, bióticas y socioeconómicas, así como el análisis comparativo de los impactos y riesgos inherentes a la obra o actividad, para cada una de las alternativas. Lo anterior con el fin de aportar los elementos requeridos para seleccionar la alternativa que permita optimizar y racionalizar el uso de recursos y evitar o minimizar los riesgos e impactos negativos que puedan generarse, o bien determinar la no favorabilidad ambiental de las alternativas presentadas.

¹ En caso de que la Autoridad Ambiental establezca o adopte con posterioridad a este documento, lineamientos relacionados con criterios para la selección de alternativas para la construcción de túneles, estos deberán ser utilizados por el usuario para el desarrollo del Diagnóstico Ambiental del Alternativas.

Todas las alternativas que el petionario presente deben ser posibles de llevarse a cabo; sin que ello implique un posterior otorgamiento de la licencia ambiental, lo cual se determinará por parte de la Autoridad Ambiental dentro del proceso de evaluación del Estudio de Impacto Ambiental presentado por el petionario para la alternativa seleccionada. Asimismo, todas las alternativas deben ser comparables entre sí; es decir, deben tener las mismas variables de análisis y la información presentada para cada una de estas debe ser completa y suficiente, y en este sentido, el interesado deberá verificar que no queden excluidos del estudio, aspectos relevantes para la toma de decisión ambiental frente a las alternativas propuestas.

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

Aunque la información para caracterizar el área de estudio se presenta de manera separada para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, es menester tener presente que la realidad de cualquier territorio debe analizarse de manera integral, reconociendo que los componentes de los medios abiótico y biótico se conjugan y conforman sistemas que brindan servicios a la sociedad; de esta forma, los numerales del DAA diferentes a la caracterización del área de estudio, deben procurar conjugar toda la información para abordar las posibles implicaciones del proyecto.

La información cartográfica debe estar acorde con lo establecido en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 expedida por Minambiente, o la que la modifique, sustituya o derogue. Para la presentación de la misma, se debe cumplir con la estructura del Modelo de Almacenamiento Geográfico de Datos (GDB). Su contenido debe estar conforme a lo desarrollado en el estudio ambiental y garantizar en su entrega los criterios mínimos de calidad de los datos como son la exactitud posicional, exactitud de atributos, consistencia lógica, coherencia topológica, compleción, calidad temporal, y procedencia.

El DAA debe incluir la información requerida en el artículo 2.2.2.3.6.1, del Decreto 1076 de 2015, o la norma que lo modifique, sustituya o derogue, y ser entregado a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea – VITAL de Minambiente, administrada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, disponible en el siguiente vínculo: <http://vital.anla.gov.co/ventanillasilpa/>. Asimismo, se deben tener en cuenta los formularios y formatos a los que hace referencia la Resolución 108 de 2015 expedida por Minambiente, o la que la modifique, sustituya o derogue.

III. GLOSARIO

Para la aplicación de los presentes términos de referencia se tendrá en cuenta el siguiente glosario²:

- **Alcance de los proyectos, obras o actividades:** Un proyecto, obra o actividad incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, abandono y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura relacionados y asociados con su desarrollo. ^[1]
- **Amenaza:** peligro latente de que un evento físico de origen natural, o antrópico se presente con una severidad suficiente para causar: pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, daño y pérdidas de bienes, infraestructura y medios de sustento, y afectación a los elementos del ambiente y a la prestación de servicios ecosistémicos. ^[2]
- **Amenaza natural:** aquella que se deriva de un peligro o amenaza hidrometeorológica, geológica o biológica. ^[3]

Área de estudio: ventana de análisis que contiene las alternativas a ser abordadas, analizadas y evaluadas por el estudio. Su delimitación debe fundamentarse en las características técnicas de las alternativas, en la localización geográfica y político-administrativa, en las características ambientales, y en la cartografía e información temática disponible

- **Biodiversidad:** variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas ^[4]. Esta definición permite entender la biodiversidad como un sistema, territorialmente explícito, que se caracteriza no sólo por tener estructura, composición (expresado en los diversos arreglos de los niveles de organización de la biodiversidad, desde los genes hasta los ecosistemas) y un funcionamiento entre estos niveles, sino que también tiene una relación estrecha e interdependiente con los beneficios que pueden proveer a los seres humanos a través de un conjunto de procesos ecológicos que han sido establecidos como servicios ecosistémicos, los cuales incluyen categorías de soporte, aprovisionamiento, regulación y cultura (ver definición de servicios ecosistémicos) para el desarrollo de los diferentes sistemas culturales humanos en todas sus dimensiones (político, social, económico, tecnológico, simbólico, mítico y religioso). ^[5]

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

- **Centros poblados:** concentraciones de edificaciones conformadas por veinte (20) o más viviendas contiguas o adosadas entre sí. Corresponde a los caseríos, inspecciones de policía y corregimientos pertenecientes al área rural del municipio. ^[6]
- **Componentes:** aspectos ambientales que constituyen un medio (abiótico, biótico o socioeconómico) como, por ejemplo, componente atmosférico, hidrológico, faunístico, demográfico, entre otros.
- **Conflicto ambiental:** desacuerdo o disputa por el acceso a recursos naturales y el ambiente, su uso y su distribución, entre quienes causan un problema ecológico o ambiental y quienes reciben las consecuencias o impactos dañinos de dichos problemas. ^[7]
- **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. ^[8]
- **Contexto paisajístico CP (conectividad):** se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales. Para su valoración y espacialización podrá emplearse la siguiente ecuación, teniendo como referencia base, una franja de 500 m alrededor del fragmento. Los valores de conectividad oscilan entre 0 y 1, los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico. La valoración y espacialización de estos dos criterios será provista en la información de ecosistemas de la línea base de los estudios ambientales, de conformidad con los requerimientos contenidos en los términos de referencia respectivos. ^[9]

$CP = AN/ATF$	CP	Contexto paisajístico
	AN	Área natural dentro de la franja
	ATF	Área total de la franja

- **Corredor:** franja geográfica de ancho fijo o variable en la cual se ubican uno o varios trayectos para la circulación del tránsito de vehículos entre dos puntos conocidos ^[10].
- **Cuenca hidrográfica:** área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. ^[11]

- **Desarrollo sostenible:** tipo de desarrollo que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades. [12]
- **Ecosistema:** complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el ambiente abiótico con el que interactúan y forman una unidad funcional. [13]
- **Especie:** desde el punto de vista biótico, grupo de organismos que pueden reproducirse libremente entre sí, pero no con miembros de otras especies. [14]
- **Estructura del ecosistema:** suma del hábitat y la biocenosis. El hábitat se define como un área con condiciones físicas uniformes que permiten que se desarrollen las comunidades biológicas. La biocenosis es la coexistencia de las comunidades biológicas en una misma área. [15]
- **Funcionalidad del ecosistema:** procesos y componentes biológicos, físicos y geoquímicos que ocurren dentro de un ecosistema y que permiten el mantenimiento de la biodiversidad asociada, tales como el flujo genético o el ciclo de nutrientes. Aunque no necesariamente suponen un beneficio directo para la sociedad, se relacionan con la provisión de servicios ecosistémicos. [16]
- **Hábitat:** zona o parte de un ecosistema que reúne las condiciones de vida que una determinada especie necesita para sobrevivir. El medio ambiente en el que vive un organismo. Este vocablo puede referirse también al organismo y al medio físico existente en determinado lugar.
- **Impactos acumulativos:** aquellos que resultan de efectos sucesivos, incrementales, y/o combinados de proyectos, obras o actividades cuando se suman a otros impactos existentes, planeados y/o futuros razonablemente anticipados. Para efectos prácticos, la identificación, análisis y manejo de impactos acumulativos se debe orientar a aquellos efectos que se manifiestan en diversas escalas espacio-temporales. [17]
- **Impacto ambiental:** cualquier alteración sobre el medio ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico), que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad. [18]
- **Impactos relevantes:** La relevancia de un impacto hace referencia a la mayor importancia que representa frente a los instrumentos de la evaluación ambiental de un proyecto, obra o actividad (dada la afectación y deterioro que produce sobre el

ambiente, los recursos naturales y/o el paisaje); es decir, que un impacto es relevante en la medida que su manejo o control requiere un mayor esfuerzo o presenta una mayor complejidad. ^[19]

- **Impactos residuales:** impactos cuyos efectos persistirán en el ambiente, luego de aplicadas las medidas de prevención, mitigación y corrección, razón por la cual se deben aplicar medidas de compensación.
- **Impactos sinérgicos:** son aquellos que resultan de las relaciones complejas entre impactos de un mismo proyecto o de varios proyectos. Un impacto sinérgico puede evidenciarse cuando el efecto combinado de dos impactos sea mayor que su suma o cuando estos facilitan la aparición de un tercer impacto. ^[20]
- **Medio:** división general que se realiza del ambiente para un mejor análisis y entendimiento del mismo. En el contexto de los estudios ambientales corresponde al abiótico, biótico y socioeconómico.
- **Medio ambiente:** es todo aquello que rodea al ser humano y que comprende elementos naturales, tanto físicos como biológicos, elementos artificiales y elementos sociales y las interacciones de estos entre sí. ^[21]
- **Pérdida de biodiversidad:** se presenta cuando por procesos de transformación y degradación del paisaje, el tamaño, el contexto paisajístico y la riqueza de los elementos de la biodiversidad es perturbada y disminuida y, se inician procesos de pérdida y extinción local o regional. ^[22]
- **Población:** desde el punto de vista biótico, corresponde a cualquier grupo de individuos de una especie que ocupe un área dada al mismo tiempo; en términos genéticos, un grupo de organismos que se cruzan entre sí y producen descendencia fértil. ^[23]
- **Prefactibilidad (Fase 1):** Es la fase en la cual se debe realizar el prediseño aproximado del proyecto, presentando alternativas y realizar la evaluación económica preliminar recurriendo a costos obtenidos en proyectos con condiciones similares, utilizando modelos de simulación debidamente aprobados por las entidades solicitantes. El objetivo de la fase 1 es surtir el proceso para establecer la alternativa de trazado que a este nivel satisface en mayor medida los requisitos técnicos y financieros. ^[24]
- **Riesgo:** probabilidad de que se presenten daños o pérdidas debido a eventos físicos peligrosos, de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano, en un lapso de tiempo específico, y que son determinados por la vulnerabilidad de los

elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad ^[25].

- **Riesgo ambiental:** riesgo al cual están expuestos los elementos del ambiente y la prestación de servicios ecosistémicos. ^[26]
- **Sensibilidad ambiental:** potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos debidos a las actividades de intervención antrópica del medio o debido a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente. ^[27]
- **Servicios ecosistémicos:** beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad.
- **Servicios ecosistémicos culturales:** beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas. ^[28]
- **Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento:** bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas, como alimentos, fibras, madera, agua y recursos genéticos. ^[29]
- **Servicios ecosistémicos de regulación:** beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la purificación del agua. ^[30]
- **Servicios ecosistémicos de soporte:** servicios y procesos ecológicos necesarios para el aprovisionamiento y existencia de los demás servicios ecosistémicos, entre estos se incluyen, la producción primaria, la formación del suelo y el ciclado de nutrientes, entre otros. ^[31]
- **Suelo:** es un componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y micro-organismos, que desempeña procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales para la sociedad y el planeta. ^[32]
- **Tecnologías Ambientalmente Racionales:** aquellas que son menos contaminantes, utilizan todos los recursos en forma más sostenible, reciclan una mayor porción de sus desechos y productos y tratan los desechos residuales en forma más aceptable que otras tecnologías ^[33].

- **Túnel:** obra subterránea de carácter lineal que comunica dos puntos, para el transporte de personas o materiales ^[34].
- **Unidad social:** persona(s) que guardan una relación de dependencia legal, física o económica con relación a un inmueble ^[35]:
- **Unidad Social Mixta:** corresponde a la persona que no solo tiene dentro de su inmueble condiciones de habitabilidad o residencia, sino que además dentro de la misma cuenta con una o más actividades productivas.
- **Unidad Social Residente:** persona sola, o aquellas unidas o no por lazos de parentesco, que habitan una vivienda, entendiendo por “habitar una vivienda”, la residencia permanente para la satisfacción de necesidades básicas como alojamiento y consumo de al menos una de las comidas ^[36].
- **Unidad Social Productiva:** corresponde a la persona natural o jurídica que desarrolla de manera permanente actividades productivas, entendidas como aquellas relacionadas con la producción y/o comercialización de bienes y servicios generadores de ingresos, dentro de un inmueble específico, contando con una infraestructura mínima para su funcionamiento, como equipos o estanterías ^[37]:
- **Unidad territorial:** delimitación del territorio que constituye una unidad de análisis seleccionada dependiendo del nivel de detalle con el que se requiera la información. Esta unidad se aplica para la definición del área de estudio y presenta características relativamente homogéneas que la diferencian de las demás y puede coincidir con la división político-administrativa de los entes territoriales reconocidos legalmente, o responder a una adopción social reconocida por la misma comunidad.
- **Vulnerabilidad:** susceptibilidad o sensibilidad que tiene una comunidad o un ecosistema de ser afectado o de sufrir efectos adversos, en caso de que un evento físico peligroso, de origen natural o antrópico, se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, daños y pérdida de bienes, infraestructura, líneas vitales y medios de sustento, así como la predisposición a sufrir daños en otros elementos del ambiente y a la prestación de servicios ecosistémicos. Se establece a partir de un análisis multidimensional de los determinantes de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y resiliencia). ^[38]
- **Zonificación ambiental:** proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo con factores asociados a la sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. ^[39]

IV. RESUMEN EJECUTIVO

Se debe presentar un resumen ejecutivo del DAA, el cual debe incluir como mínimo la siguiente información, discriminada para cada alternativa, en los casos en que así se requiera en los presentes términos de referencia:

- Localización, extensión y descripción técnica.
- Caracterización del área de estudio.
- Necesidades de uso y/o aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables.
- Estado de los recursos naturales.
- Zonificación ambiental.
- Principales impactos potenciales identificados.
- Principales riesgos identificados.
- Costo de referencia del proyecto.
- Cronograma general estimado de ejecución del proyecto.
- Síntesis y justificación de los criterios tenidos en cuenta para el análisis multicriterio, así como para la selección de la alternativa más favorable.

El resumen ejecutivo debe ser una síntesis de los principales elementos del DAA, de tal forma que permita a la Autoridad Ambiental tener una visión general de las diferentes alternativas, las particularidades de los medios en donde se pretenden desarrollar y los impactos.

1. OBJETIVOS

Se deben definir los objetivos generales y específicos del proyecto.

2. GENERALIDADES

2.1 ANTECEDENTES

Se deben presentar los aspectos relevantes del proyecto previos a la elaboración del DAA, incluyendo justificación, estudios e investigaciones previas, radicación de solicitudes y/o trámites anteriores ante autoridades competentes; identificación de ecosistemas y áreas frágiles y estratégicas y áreas protegidas, conceptos de compatibilidad en Distritos de Manejo Integrado, zonificación establecida en los instrumentos de ordenamiento territorial, ubicación de otros proyectos en ejecución en el área de estudio (proyectos de interés nacional y regional), entre otros.

Mencionar antecedentes y experiencias nacionales y/o internacionales de la actividad a desarrollar (si es pertinente) y otros aspectos que se consideren relevantes.

Se debe relacionar el marco normativo vigente considerado para la elaboración del DAA, teniendo en cuenta áreas de manejo especial, áreas protegidas, zonas con régimen jurídico especial, y las comunidades territorialmente asentadas en dicha área, en el marco que le confiere la Constitución Nacional, la Ley 99 de 1993, la Ley 70 de 1993, la Ley 21 de 1991, la Ley 134 de 1994, la Ley 1757 de 2015 y las demás leyes o normas que apliquen.

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

2.2 ALCANCES

- **Alcance:** el estudio debe atender los lineamientos establecidos en los presentes términos de referencia, de acuerdo con la pertinencia de los mismos respecto al proyecto. Asimismo, debe aportar los elementos requeridos para que la Autoridad Ambiental competente seleccione o no la alternativa que permita optimizar y racionalizar el uso de los recursos naturales y evitar o minimizar los posibles impactos negativos y riesgos que puedan presentarse, además de potenciar los positivos que el proyecto, obra o actividad pueda generar. La definición de las alternativas podrá incorporar aspectos tecnológicos y/o constructivos relacionados con la prevención y/o minimización de impactos ambientales.
- **Limitaciones y/o restricciones del DAA:** 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 abordan en el DAA.

2.3 METODOLOGÍA

Se puede elaborar el DAA con información secundaria disponible, siempre y cuando la misma sea suficiente, actualizada y consistente para analizar el área de estudio. En caso

contrario, se debe recopilar información primaria. La información se debe presentar como mínimo a nivel de prefactibilidad (Fase 1), de acuerdo con la Ley 1682 de 2013, o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

Se deben presentar los aspectos más relevantes de las metodologías, utilizadas para la elaboración del DAA, indicando aspectos como:

- El alcance de la información primaria y/o secundaria recopilada, de acuerdo con los términos de referencia y las técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio.
- Las fechas o períodos a los que corresponde el levantamiento de información para cada componente y medio.
- Los centros de investigación y laboratorios que constituyan fuentes de información.
- El grado de incertidumbre de los procedimientos y mecanismos de recolección, procesamiento y análisis de la información.

Nota: Las metodologías detalladas y completas podrán presentarse dentro de cada capítulo correspondiente, en anexos o dentro del presente numeral.

En los siguientes casos, se debe recopilar información primaria para el(los) componente(s) que se requiera(n):

- Si la información secundaria no se encuentra disponible, o no es representativa al 100% del área de estudio del DAA.
- Si la información secundaria no es pertinente para la toma de decisiones por parte de la Autoridad Ambiental.
- Si por las características intrínsecas del proyecto o por las condiciones ambientales del área donde se pretende desarrollar el mismo, la Autoridad considera necesaria la presentación de información más detallada.

Para tal efecto, se pueden utilizar insumos como: sensores remotos (imágenes de satélite, radar, fotografías aéreas, etc.), información geográfica (mapas temáticos, shapes, raster, modelos de elevación digital del terreno, geoportales, etc.), documentos e información oficial, estudios existentes en la zona, artículos científicos, estudios etnográficos, inventarios, muestreos fisicoquímicos y microbiológicos, colecciones nacionales o internacionales de ejemplares biológicos, entrevistas abiertas o dirigidas, guías de observación.

Asimismo, el solicitante debe elaborar el DAA en un formato digital editable, con base en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales³ expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010, modificada para el componente geográfico mediante la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 de Minambiente, o aquellas que la modifiquen, sustituyan o deroguen.

En caso de que aplique, los productos de sensores remotos deben ser entregados con licencia multiusuario, con la resolución espacial acorde a la escala del estudio y con la fecha de toma lo más reciente posible, con la cual se permita a la Autoridad Ambiental competente hacer uso de la información. Esta información debe ser reciente, con un periodo inferior a tres (3) años, salvo casos excepcionales justificados.

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

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

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 LOCALIZACIÓN

Se debe presentar la localización geográfica y político-administrativa (departamental, municipal, corregimental, veredal) de las alternativas propuestas para el desarrollo del proyecto, en un mapa georreferenciado en coordenadas planas (*Datum Magna Sirgas*) a escala 1:25.000 o más detallada que permita la adecuada lectura de la información, cumpliendo con los estándares de cartografía base del IGAC, así como con los catálogos de objetos.

³ Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Metodología general para la presentación de estudios ambientales / Zapata P., Diana M., Londoño B Carlos A et ál. (Eds.) González H Claudia V. Idárraga A Jorge.; Poveda G Amanda.; et ál. (Textos). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. 72 p.

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

- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Accidentes geográficos
- Asentamientos humanos
- Equipamientos colectivos⁴
- Red vial (primero, segundo y tercer orden⁵) y férrea existentes.

3.2 DISEÑO DEL PROYECTO

Se deben presentar las características técnicas del proyecto (número y ancho de calzadas, ancho de berma, radios de curvatura, pendiente máxima, número de carriles, velocidad de diseño, ancho de separadores, ancho de trocha, sección transversal de túnel, entre otros) para cada una de las obras de infraestructura que hacen parte del mismo, estableciendo los criterios de diseño para su dimensionamiento.

3.3 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

Se deben especificar las características técnicas generales de cada una de las alternativas, acompañándolas de los respectivos diseños tipo de la infraestructura a construir y/o a adecuar.

3.3.1 Infraestructura y áreas especiales existentes

Se deben identificar las vías carreteras, líneas férreas, túneles y demás infraestructura asociada, situada en el área de estudio general del proyecto y describir:

- Tipo y clasificación de vías carreteras, fluviales, líneas férreas, túneles y demás infraestructura asociada a estas.
- Estado actual de las vías e infraestructura de transporte que pretende ser utilizada o modificada por el proyecto.
- Ubicación de otros proyectos en ejecución en el área de estudio general (proyectos de interés nacional y regional), entre otros.

⁴ Conocidos también como equipamientos socioeconómicos, que corresponden a escenarios o instalaciones físicas en los que se prestan servicios en beneficio de una comunidad específica. Se consideran en esta categoría: centro educativo, hospital, centro de salud, puesto de salud, escenario deportivo, escenario recreativo, infraestructura comunitaria, infraestructura de servicios públicos, infraestructura de comercialización y abasto, e infraestructura de administración y seguridad, entre otros.

⁵ Ley 1228 de 2008.

- Infraestructura social y/o productiva asociada o no al proyecto, como centros poblados, áreas urbanas, suburbanas o de expansión urbana, escuelas, centros de salud, entre otros.
- Ecosistemas y áreas frágiles y estratégicas y áreas protegidas.

La información sobre la infraestructura existente debe presentarse en planos a escala 1:100.000 o más detallada.

3.3.2 Características técnicas

a) Accesos

- **Existentes**

Se deben definir los posibles accesos para cada una de las alternativas consideradas, describiendo y ubicando en mapas a escala 1:100.000 o más detallada, como mínimo, lo siguiente:

- Tipo de acceso (terrestre, fluvial, marino, aéreo) y estado actual.
- Propuesta de adecuación (si aplica) considerando la movilización de maquinaria, equipos, materiales y personal.

- **Nuevos**

Para el caso en el que se requieran nuevos desarrollos de accesos viales (comúnmente llamados vías industriales), de cada una de las alternativas se debe definir, a partir de diseños tipo:

- Descripción, longitud y especificaciones técnicas generales.
- Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, plantas de concreto, triturado o asfalto, talleres y otras).
- Volumen estimado de remoción de la vegetación y descapote.
- Volumen estimado de cortes y rellenos.
- Obras de drenaje
- Obras de geotecnia.
- Fuentes factibles de materiales.
- Estimativo de uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables (agua, suelo, coberturas).

b) Infraestructura de las alternativas del proyecto

- **Fase de construcción**

Se debe presentar como mínimo la siguiente información:

- Plano general en planta mostrando las alternativas y perfil topográfico a lo largo de cada alineamiento.
- Longitud total y dimensionamiento del corredor y/o trazado para la carretera o línea férrea (perfil y abscisado). Se deben definir las longitudes de tramo en superficie y subterráneos.
- Diseños tipo de las alternativas:
 - Infraestructura propuesta para cada alternativa: túneles y galerías, viaductos, puentes, tipo de rieles y traviesas, ancho de trocha (líneas férreas), obras de drenaje, obras de geotecnia, obras en zonas urbanas o dentro de perímetros urbanos, cruces con otras obras lineales, pasos a nivel y desnivel y obras de tipo temporal, entre otras.
 - Infraestructura asociada o instalaciones de apoyo a construir o adecuar: plataformas en portales de túneles; campamentos; talleres y áreas de lavado; plantas de concreto, triturado y asfalto; oficinas; bodegas; áreas para almacenamiento de materiales; parqueo de maquinaria; fuentes de materiales de construcción (propias y, o de terceros); sitios de disposición de material sobrante; peajes y centros de control operativo, entre otras.
- Descripción de los métodos constructivos y de montaje.
- Infraestructura preexistente y su relación con las obras propuestas.
- Alternativas de ubicación de instalaciones conexas (incluir cuantificación de movimientos de tierra y redes de drenaje).
- Fuentes de generación de energía.
- Descripción general de las redes de servicios a interceptar por el proyecto (eléctricas, acueductos, alcantarillados, oleoductos, distritos de riego, gas y de tecnología de la información).
- Volúmenes estimados de remoción de la vegetación y descapote, corte, relleno y excavación, especificados por tipo de obra y/o actividad.
- Volumen estimado de materiales sobrantes de construcción, así como los posibles sitios de disposición final.
- Estimativo de maquinaria y equipos.
- Estimativo de uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables para cada una de las actividades asociadas al proyecto.
- Alternativas para cruces de corrientes de agua o infraestructura existente.
- Interacción con otros proyectos existentes o por realizar.
- Alternativas de sitios de captación de agua y vertimientos de aguas residuales (incluidas las aguas de infiltración e industriales en túneles).
- Estimativo sobre el costo total del proyecto y la duración del proceso constructivo.

- Necesidad de desvío y/o canalización de cauces.
- Necesidad de explosivos u otro material con función similar.
- Relación estimada de los insumos, residuos peligrosos y no peligrosos y aguas residuales domésticas y no domésticas a generar en la fase de construcción.
- Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural potenciales a intervenir.

Para los túneles se deben especificar las técnicas constructivas y los equipos a utilizar en todos los frentes de obra (incluyendo portales), métodos de excavación, tipo de soporte (primario y final), tipo de revestimiento e impermeabilización, manejo de aguas infiltradas al túnel, entre otros. Presentar esquemas en planta y perfil que permitan visualizar con claridad los alineamientos, su ubicación e interrelación con el entorno geomorfológico, geológico, hidrológico e hidrogeológico general.

La información cartográfica debe presentarse a escala 1:100.000 o más detallada.

3.3.3 Fases y actividades del proyecto

Se debe incluir la descripción general de cada una de las fases bajo las cuales se pretende desarrollar el proyecto, incluyendo reconocimiento, prefactibilidad y construcción.

Asimismo, se debe hacer una descripción general de las actividades e infraestructura temporal y permanente relacionada y asociada con el desarrollo del proyecto.

3.3.4 Cronograma del proyecto

Se debe incluir el plazo estimado de duración del proyecto, discriminado para cada alternativa en caso de que haya diferencia entre ellas, así como el cronograma estimado de actividades, para cada una de las fases del mismo.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio debe fundamentarse en: las características técnicas de las alternativas, la localización geográfica y político-administrativa, las características ambientales del lugar donde se pretende desarrollar el proyecto, obra o actividad, (contemplando los componentes que se solicitan para la caracterización de cada medio) y la cartografía e información temática más reciente que se encuentre disponible.

La información recopilada del área de estudio será analizada a través del uso de Sistemas de Información Geográfica- SIG, con el fin de plasmar las características de la zona (p.e. geología, geomorfología, hidrogeología, ecosistemas, coberturas de la tierra,

cuencas hidrográficas, vías de acceso, límite veredal, límite municipal), así como la ubicación de las posibles áreas de intervención derivadas del desarrollo del proyecto (alternativas).

- **Área de estudio general (contexto):**

Esta área debe contener la totalidad de las alternativas y debe definirse y delimitarse en función de las siguientes unidades de análisis, describiéndolas de manera general: cuencas hidrográficas, unidades geológicas (litologías y estructuras) y geomorfológicas, áreas protegidas, ecosistemas y unidades territoriales

La información de la caracterización del área de estudio general debe presentarse en planos a escala 1:25.000 o más detallada, o según se especifique para algunos componentes.

- **Área de estudio específica (alternativas):**

Se determinará un área de estudio específica para cada alternativa, diferenciada para los tramos en superficie y subterráneos⁶, en función de las características ambientales y la identificación de los posibles impactos, la cual se presentará en el DAA, debidamente sustentada y cartografiada.

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En este capítulo se debe aportar información que permita conocer las características actuales del medio ambiente en el área de estudio.

En el caso de los medios abiótico y biótico, la información de caracterización se refiere al área de estudio específica de cada una de las alternativas planteadas para el desarrollo del proyecto.

Para el medio socioeconómico se requiere información para el área de estudio general, y en algunos casos que se indican en el capítulo respectivo, se solicita información para el área de estudio específica.

Para la caracterización del área de estudio se deben tener en cuenta, entre otras, las siguientes fuentes de información secundaria:

⁶ Para los tramos subterráneos se deben tener en cuenta los criterios técnicos establecidos en el Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Túneles de Carreteras para Colonia. Instituto Nacional de Vías, 2015.

- Estudios existentes que se tengan para la zona.
- Sensores remotos (imágenes de satélite, radar, fotografías aéreas, etc.).
- Información geográfica (mapas temáticos, shapes, geoportales, etc.).
- Bibliografía especializada.
- Artículos científicos.
- Documentos e informes técnicos.
- Documentos e información oficial.
- Estudios etnográficos.

La información secundaria utilizada en el desarrollo del DAA debe ser validada en campo (puntos de observación o control), para aquellos temas específicos cuya relevancia y/o sensibilidad del componente lo requiera, de manera que dicha información sea representativa de las condiciones actuales y corresponda a la escala del proyecto.

La información de caracterización se deberá presentar en el siguiente orden:

- Descripción de las características de los componentes de cada medio.
- Rangos, categorías, cantidades (áreas, porcentajes, volúmenes, etc.), entre otros, para cada una de las alternativas propuestas.
- Mapas que permitan evidenciar el análisis de la información.

La cartografía temática a presentar con el DAA debe ser actualizada y ajustada, con base en la fotointerpretación y uso de sensores remotos, y el control de campo.

La información de la caracterización del área de estudio específica debe presentarse en planos a escala 1:25.000 o más detallada, o según se especifique para algunos componentes.

Para los tramos que involucren construcción de túneles, en los componentes de: geología, geomorfología, hidrología, hidrogeología, la información se debe presentar en planta y perfil en escala cartográfica 1:10.000 o más detallada, dependiendo de la longitud del túnel. Se deberá realizar el análisis a partir de la interpretación de sensores remotos, levantamientos puntuales de campo, dentro del área del corredor del túnel propuesto y en las áreas de portales.

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.1 Geología

Se deben identificar y describir las unidades litológicas y rasgos estructurales asociados a lineamientos, fallas, fracturas y zonas de concentración de esfuerzos tectónicos, que no estén implícitos en la cartografía oficial, y que puedan definirse por medio de fotointerpretación, análisis de imágenes de sensores remotos y/o métodos directos o indirectos de exploración; así como identificar y localizar las amenazas naturales por fenómenos de remoción en masa, sismicidad y vulcanismo. La definición de dichas unidades y la cartografía geológica debe ser consistente con la nomenclatura geológica nacional establecida por el Servicio Geológico Colombiano, así como con la establecida en los rangos de dominio de la GDB.

Para los tramos en túnel que hagan parte de las alternativas, la escala cartográfica debe ser 1:10.000 o más detallada, dependiendo de la longitud del túnel. Se deberá realizar el análisis a partir de información secundaria de fuentes recientes, interpretación de sensores remotos y levantamientos puntuales de campo, dentro del área del corredor del túnel propuesto. Adicionalmente, se debe presentar el modelo geológico estructural prospectado, en bloques diagramas, que contenga como mínimo la información que se lista a continuación, la cual debe estar técnicamente sustentada:

- Unidades litológicas y situación estructural: estratificaciones, foliaciones, planos de diaclasas y fallas, delimitación de zonas de fallamiento (corredor de falla), grado de fracturación de los diferentes cuerpos rocosos que se involucren en la excavación, a lo largo de la longitud del túnel, que permitan conocer la condición geológica del macizo rocoso.
- Perfiles longitudinales y transversales.

5.1.2 Geomorfología

Definir las unidades geomorfológicas continentales teniendo en cuenta la metodología propuesta por Carvajal⁷ o la propuesta en el Sistema geomorfológico taxonómico multicategorico jerarquizado de Alfred Zinck⁸.

La descripción de las unidades geomorfológicas se debe realizar teniendo en cuenta el análisis de los siguientes parámetros:

- Morfogénesis (análisis del origen de las diferentes unidades de paisaje).
- Morfografía (análisis de las formas del terreno).
- Morfodinámica (análisis de los procesos de tipo denudativo y/o agradativo).
- Morfoestructuras (análisis y mapeo de las formas de tipo estructural que imperan sobre el relieve).

Se deben describir las características de cada unidad geomorfológica identificada, y su interrelación con las diferentes alternativas del proyecto.

Hacer una descripción geomorfológica de los corredores o trazados alternativos, aclarando las condiciones que se encontrarán en los distintos tramos a lo largo de cada uno de los alineamientos; se debe(n) tener en cuenta la(s) geoforma(s) asociadas a las zonas de fallas geológicas, que puedan llegar a tener influencia sobre la estabilidad de las laderas en el área de estudio.

Se debe presentar el mapa de pendientes de acuerdo con el levantamiento topográfico que se realice sobre el área de estudio, donde se incluyan al menos los siguientes rangos: 0-15%, 15-30%, 30-50%, 50-100% y mayor a 100%.

Presentar el mapa geomorfológico con base en las unidades identificadas y los rasgos estructurales, haciendo énfasis en la morfogénesis y en la morfodinámica del área de estudio, sobre la base de fotointerpretación y/o análisis de imágenes de sensores remotos y/o el sondeo de campo (puntos de observación o control), en el que se muestre la ubicación de las diferentes alternativas, así como la identificación y localización de amenazas naturales por fenómenos de remoción en masa.

Para proyectos cuya área de estudio se encuentre en zonas costeras o marítimas, se deben definir unidades y rasgos geomorfológicos costeros y submarinos e incorporar datos batimétricos (isobatas) si ellos existen; asimismo, se debe presentar un análisis

⁷ CARVAJAL, J., 2012. Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Bogotá, Colombia: Servicio Geológico Colombiano. 83 p.

⁸ ZINCK, J. A. Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales. The Netherlands. ITC Special Lecture Notes Series. 2012. 123 p.

multitemporal de la línea de costa del área de estudio con base en la información disponible, con el fin de identificar las tasas de erosión y acreción sedimentaria, incluyendo levantamiento de línea de costa.

Para los tramos en túnel se requiere presentar la siguiente información:

- Las condiciones de estabilidad y/o reconocimiento de procesos morfodinámicos actuantes (naturales o antrópicos).
- Detallar las geoformas y procesos morfodinámicos (erosión, transporte, sedimentación) en el área del corredor del túnel.
- Cartografía de formaciones superficiales, donde se identifique el tipo y grado de meteorización de las rocas, terrazas, coluvios, entre otros.

5.1.3 Suelos

Presentar el mapa de capacidad de uso del suelo si está disponible (clasificación agrológica), que permita identificar su vocación, los conflictos por usos del suelo y su posible afectación por el proyecto.

La caracterización de este componente debe tener en cuenta los instrumentos de planificación del territorio, considerando los POT, PBOT, EOT, POMCA y/o POMIUC (en caso de que existan), entre otros, identificando los usos actuales y potenciales del suelo, para así determinar los conflictos por usos, para lo cual se debe adjuntar la información documental y cartográfica de soporte.

Para las alternativas que contemplen tramos en túnel se debe presentar la clasificación y cartografía de las unidades edáficas. Además, se requiere presentar información sobre caracterización respecto a textura, estructura, condiciones de fertilidad, porosidad, permeabilidad y condiciones de drenado, a partir de información secundaria reciente, y levantamientos puntuales de campo.

5.1.4 Hidrología

- Identificar y describir los sistemas lénticos y lóticos, así como las subzonas hidrográficas existentes dentro del área de estudio, incluyendo zona de recarga, con base en información secundaria (cartografía temática, imágenes de satélite, entre otros), precisando si los cuerpos de agua son de tipo permanentes e intermitentes.
- Identificar el régimen hidrológico y de caudales característicos de las fuentes susceptibles de ser intervenidas (caudales máximos, medios y mínimos mensuales multianuales).

- Describir y localizar la red hidrográfica e identificar la dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser intervenidas por el proyecto, así como las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones).
- Realizar como mínimo una caracterización morfométrica de las fuentes que pueden ser intervenidas por el proyecto, identificando su dinámica fluvial, patrones de drenaje y potencial de divagación lateral, los cuales deberán ser considerados para la selección de los sitios y características de los cruces respectivos.

En ausencia de información oficial de series históricas de caudales, se podrán implementar metodologías indirectas de estimativos de caudal, mediante técnicas de regionalización, correlación hidrológica, relación área-precipitación-caudal, modelos de simulación hidrológica alimentados con datos espaciales, hidroclimatológicos (realizando la zonificación de variables climatológicas necesarias con registros no menores a 10 años) y uso y cobertura del suelo, entre otros.

Para los tramos en túnel que hagan parte de las alternativas, se debe presentar la siguiente información:

- Inventario detallado de todas las fuentes hídricas superficiales (lénticas y lólicas) que se encuentran en el área de estudio, describiendo su posible conectividad con el túnel, de acuerdo con la jerarquización oficial definida en la zonificación hidrográfica nacional publicada por el IDEAM y del MADS (Área, Zona y Subzona), así como los niveles subsiguientes definidos por la Autoridad(es) Ambiental(es) Competente(s).
- Análisis de la dinámica hídrica y las variaciones de su régimen natural de la(s) fuente(s) superficial(es) ubicada(s) en el área de estudio de los tramos de túnel (regímenes de precipitación y estimación de caudales, dinámica fluvial).
- Estimación de los niveles y caudales característicos de la(s) corriente(s) inventariada(s). En ausencia de información oficial de series históricas de caudal, se podrán implementar metodologías indirectas de estimativos de caudales, mediante técnicas de regionalización, correlación hidrológica, relación área-precipitación-caudal, modelos de simulación hidrológica alimentados con datos espaciales, hidroclimatológicos (realizando la zonificación de variables climatológicas necesarias con registros no menores a 10 años) y uso y cobertura del suelo, entre otros.
- Con base en la pendiente del túnel, identificar si se puede presentar trasvase de cuenca considerable que afecte severamente a la cuenca aportante de las aguas de infiltración.

5.1.5 Usos del agua

A partir de información secundaria disponible (SIRH, POMCA, PORH, etc.), realizar el inventario de fuentes abastecedoras, determinar usos y usuarios actuales de las corrientes de directa intervención por el uso y aprovechamiento del recurso y de aquellas presentes en el área de estudio, que estén expuestas a los posibles impactos por el desarrollo del proyecto.

Se deben incluir los volúmenes estimados en relación con la demanda hídrica del proyecto para la ejecución de cada una de sus actividades de manera discriminada, definiendo las posibles fuentes de abastecimiento.

Se debe determinar la importancia del recurso hídrico superficial y subterráneo en relación con la oferta, calidad y localización frente a los usos actuales del recurso.

Para los tramos en túnel que hagan parte de las alternativas, se debe presentar la siguiente información:

- Cuantificación detallada de los usos y usuarios, a partir del inventario de fuentes superficiales y subterráneas, tanto actuales como potenciales identificadas, que se encuentran en el área de estudio, para lo cual se deben tener en cuenta los usos definidos por los inventarios de usos y usuarios de recurso hídrico realizados por las Autoridades Ambientales Regionales, los Planes de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA), objetivos de calidad, registros de concesiones, y Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH), SIRH y demás reglamentaciones o fuentes de información existentes, en caso de que existan dichos instrumentos.
- Usos establecidos en el Artículo 2.2.3.2.7.6 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya, cuantificando la demanda por uso en el área de estudio del tramo del túnel, y utilizando información presuntiva, primaria y/o disponible por la Autoridad Ambiental competente.

En caso de existir Registro de Usuarios del Recurso Hídrico – RURH, elaborado por la autoridad ambiental competente, se debe consultar y complementar con un levantamiento de información primaria detallada de todos los usos y usuarios en todos los tramos de túnel propuestos por el proyecto.

5.1.6 Hidrogeología

Cuando se identifiquen unidades hidrogeológicas, susceptibles de alteración por la construcción del proyecto (con base en el estudio hidrogeológico), se debe presentar la siguiente información:

- Inventario general de puntos de agua subterránea que incluyan pozos, aljibes y manantiales, a partir de la información disponible (p.e. SIRH, CAR's, otras fuentes).

El registro del inventario hidrogeológico debe estar diligenciado teniendo en cuenta cada una de las características solicitadas en el FUNIAS (Formulario único nacional de puntos de agua subterránea).

- Construir la red de monitoreo de las aguas subterráneas.
- Identificación y descripción de las unidades hidrogeológicas (Acuíferos, Acuitardos, Acuicludos o Acuifugos), estableciendo si estas unidades son de carácter libre, semiconfinado o confinado.
- Tipo de extensión por unidad hidrogeológica (local, regional).
- Direcciones de flujo del agua subterránea.
- Zonas de recarga, tránsito y descarga del agua subterránea.

Presentar el mapa hidrogeológico con la información obtenida.

Para los tramos en túnel que hagan parte de las alternativas, se debe presentar la siguiente información:

- Identificación de las unidades geológicas o rocas con porosidad primaria y secundaria y/o estructuras que puedan transmitir agua subterránea, generando flujo preferencial hacia el túnel.
- Inventario y georreferenciación de los puntos de agua subterránea, con énfasis en manantiales, levantando por lo menos: uso, número de usuarios y análisis de parámetros in situ (nivel, caudal, pH, conductividad y temperatura).
- Análisis e integración de información de los componentes de geología, geología estructural, geomorfología, inventario e hidrología del proyecto, así como información hidrogeológica existente (geofísica, hidroquímica, hidrogeología), con control de campo, con el fin de identificar y caracterizar las unidades hidrogeológicas y de determinar de manera preliminar las posibles conexiones hidráulicas entre acuíferos y los cuerpos de agua superficiales y otros ecosistemas estratégicos, así como zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos.

Con base en la información anterior, se debe presentar un modelo hidrogeológico conceptual preliminar.

5.1.7 Geotecnia

Con base en la información geológica, geomorfológica, pendientes, edafológica, hidrogeológica, hidrológica, climática, de coberturas y usos del suelo, y de amenazas naturales (inundación, remoción en masa, sísmica, entre otros, realizar la descripción y zonificación geotécnica del área de estudio, incluyendo las condiciones existentes tramo a tramo a lo largo del proyecto. Se debe evaluar la presencia de formaciones superficiales, donde se identifiquen los depósitos recientes poco consolidados y las

coberturas de suelos, que puedan tener injerencia en la estabilidad de laderas del área de estudio.

Presentar el mapa de zonificación geotécnica con la información obtenida.

Para los tramos en túnel que hagan parte de las alternativas, se debe realizar la sectorización geotécnica, enfocada a identificar tramos homogéneos con potenciales comportamientos geomecánicos e hidrogeológicos.

Adicionalmente, se deben presentar los parámetros geomecánicos del macizo rocoso.

5.1.8 Atmósfera

Con el objetivo de obtener información para la identificación y análisis comparativo de los potenciales riesgos e impactos sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables para las diferentes alternativas estudiadas, se requiere estimar la tendencia de los impactos de las alternativas en la calidad del aire (contaminantes del aire y ruido) así como el contexto de los posibles receptores en el o las áreas de estudio.

Para esto, se debe efectuar una identificación preliminar de las principales actividades que generan descargas de contaminantes a la atmósfera, estado de niveles de inmisión (calidad del aire) y meteorología en las áreas de las alternativas.

5.1.8.1 Meteorología

Describir y analizar las condiciones meteorológicas mensuales multianuales del área durante un período mínimo de cinco (5) años, con base en información secundaria bien sea obtenida de las estaciones meteorológicas del IDEAM, de otras entidades públicas existentes en la región representativas de la (s) área (s) de las alternativas presentadas u obtenida de fuentes confiables en la internet.

Los parámetros básicos de análisis son los siguientes:

- Temperatura superficial: promedio, mínimo y máximo de temperatura registrada diaria, mensual y anual.
- Presión atmosférica promedio mensual (mb).
- Precipitación: media diaria, mensual y anual, y su distribución en el espacio.
- Humedad relativa: promedio, mínimo y máximo registrada diaria, mensual y anual.
- Dirección y Velocidad del Viento.
 - Rosas de viento diurna y nocturna.
 - Variaciones mensuales de las rosas de vientos.
- Radiación solar: media diaria, mensual y anual.

Para el caso del análisis de la variable viento se deberán incluir aspectos de dirección, velocidad y frecuencias con las en que se presentan, elaborando la rosa de los vientos diurna y nocturna, así como una tabla de variabilidad en la velocidad de éstos, la cual tiene como finalidad indicar el comportamiento de los vientos en una jornada de 24 horas para un periodo específico (mensual o anual).

Los datos se deben presentar en tablas con sus respectivas unidades. Se deberá presentar información meteorológica para el área de estudio específica para cada alternativa. En el caso en que la información meteorológica sea representativa para todas las alternativas, se podrá presentar la del área de estudio general.

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

5.1.8.2 Identificación de fuentes de emisión

La información idónea para la caracterización de presencia de fuentes de emisión y cuantificación de emisiones se encuentra contenida en inventarios de emisiones. Sin embargo, en el caso en que no se encuentre disponible para el público un inventario de emisiones formal por parte de las Autoridades Competentes o entidades de reconocida idoneidad científica, el usuario podrá prescindir del levantamiento de un inventario de emisiones, demostrando mediante comunicado de la autoridad competente que no existe inventario para la zona de interés.

No obstante, deberá:

- Identificar y georreferenciar las fuentes fijas de emisión atmosférica existentes en el área de estudio: dispersas de área y puntuales.
- Identificar y georreferenciar los trazados de las fuentes móviles con sus respectivos aforos.
- Identificar y georreferenciar las fuentes de emisión atmosférica naturales relevantes (volcanes, desiertos, etc.).

- Identificar y georreferenciar los potenciales receptores de interés, ubicados en asentamientos humanos (viviendas, e infraestructura social, económica, cultural y/o recreativa) y de los ecosistemas estratégicos que puedan ser afectados en las fases del proyecto, (zonas de actividades pecuarias, áreas con especial presencia de fauna silvestre como Áreas Importantes para la Conservación de las Aves – AICAS, entre otras) para cada alternativa.
- Estimar las emisiones de las fuentes principales de cada una de las alternativas presentadas con base en factores de emisión

La identificación de fuentes debe contener el tipo de fuente identificada y la actividad económica asociada.

5.1.8.3 Modelización de escenarios y Calidad del aire (Información de Inmisión)

Con base en información secundaria, se deberá realizar la modelización de la dispersión de los contaminantes en el área de estudio para cada una de las alternativas presentadas. Esta simulación tiene por objetivo la construcción de escenarios que permitan la identificación y comparación preliminar de cada una de las alternativas y así suministrar a la autoridad ambiental competente elementos de juicio para la aprobación o negación del DAA.

Dentro del ejercicio de modelización se deberán incluir los receptores de la contaminación y estos, en comparación con los escenarios, serán objeto de análisis. La modelización podrá realizarse con cualquier modelo de simulación ya que no se busca una aproximación a la realidad sino la evaluación de tendencias.

Se deberá presentar un informe de evaluación de los tres escenarios comparándolos y analizando los resultados obtenidos, con énfasis en los posibles impactos que puedan esperarse para los receptores.

Con la finalidad de determinar el estado de la calidad del aire en la zona y si existe información secundaria del Subsistema de Información sobre la Calidad de Aire – SISAIRE del IDEAM, monitoreos de campañas de calidad del aire de conocimiento público de laboratorios acreditados por el IDEAM o información de inmisión por modelación de entidades de reconocida idoneidad científica nacional o internacional, se debe identificar el estado de la calidad del aire en concentración para gases y material particulado, sobre los receptores identificados para cada alternativa del proyecto. Se deberá allegar la georreferenciación de los puntos de levantamiento de información de los parámetros identificados.

5.1.8.4 Ruido

Se deben identificar y georreferenciar:

- Las fuentes de generación de ruido existentes en el área de estudio: fijas, de área y los trazados de las móviles con sus respectivos aforos.
- Los potenciales receptores de interés en asentamientos humanos (viviendas, infraestructura social, económica, cultural y/o recreativa) y ecosistemas estratégicos (zonas de actividades pecuarias, áreas con especial presencia de fauna silvestre como Áreas Importantes para la Conservación de las Aves – AICAS, entre otras) en el área de estudio.
- Se deberá correr un modelo predictivo de carácter preliminar, en el que se determine la modificación del ambiente acústico (niveles de ruido ambiental), que se generaría durante la fase de construcción, que nos determine el área de impacto para los niveles de presión sonora comprendidos entre los 55 y los 80 dB(A). En los proyectos férreos que involucren el transporte de carbón, se deben modelar escenarios en operación teniendo en cuenta las condiciones actuales y las proyectadas a futuro. (condiciones más críticas de operación).
- La información de entrada utilizada para correr el modelo debe ser entregada a la Autoridad Ambiental, así como los resultados, los cuales deberán identificar los puntos críticos de generación de ruido (tonal, impulsivo y/o de baja frecuencia), para los periodos diurno y nocturno.

5.1.9 Paisaje

La caracterización del paisaje debe considerar aspectos cuantitativos y cualitativos. Se deben identificar las unidades de paisaje que se interpreten y describan de manera integral, involucrando factores como:

- Estructura y complejidad del paisaje (Unidades de paisaje y elementos del paisaje).
- Calidad visual
- Elementos discordantes y tamaño de la discordancia.
- Inter-visibilidad
- Infraestructura social
- Descripción de la compatibilidad del proyecto con el paisaje actual.

Para este análisis se pueden utilizar sensores remotos como imágenes de satélite, radar o fotografías aéreas.

5.2 MEDIO BIÓTICO

Se debe suministrar la información relacionada con las características cualitativas y cuantitativas de los diferentes ecosistemas presentes en el área de estudio de los componentes del medio biótico, para cada una de las alternativas, determinando su composición y estructura, como un referente del estado inicial antes de la ejecución del proyecto. Para tal efecto, la información debe ser procesada y analizada en forma integral.

Para la caracterización del medio biótico se deben tener en cuenta los aspectos metodológicos establecidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, acogida mediante Resolución 1503 de 2010, o aquella que la modifique, sustituya o derogue, en el permiso de estudio que sea otorgado por la autoridad ambiental competente y en los demás requerimientos establecidos mediante la Sección 2, Capítulo 9, Título 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o el que lo modifique, sustituya o derogue.

Para los componentes flora y fauna vertebrada como anfibios, reptiles, aves, mamíferos, peces continentales y marinos e invertebrados marinos, se pueden consultar fuentes de información circunscritas al área de estudio específica (nivel local y/o regional; p.e. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia – SIB, las colecciones en línea de la Universidad Nacional sede Bogotá, libros, capítulos de libros, artículos científicos y documentos técnicos, entre otros), con el fin de establecer las potenciales especies presentes en el área de estudio específica.

Se debe establecer la categoría de amenaza de las especies reportadas de flora y fauna (CR: En Peligro Crítico; EN: En Peligro; VU: Vulnerable), a partir de los listados de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN Red List por sus siglas en inglés), los libros rojos de Colombia, (Calderón *et al.*, 2005; Castaño 2002; Renjifo *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2006; Rueda-Almonacid *et al.*, 2004; Mojica *et al.*, 2012; Linares *et al.*, 2002), los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la Resolución 192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas en el territorio nacional, o la que la modifique, sustituya o derogue.

La información geográfica asociada a este medio debe ser desarrollada en la estructura de almacenamiento geográfico definida para la presentación de este tipo de información. El nivel de detalle de levantamiento y su representación, debe estar acorde a la caracterización descrita en el documento. Su presentación cartográfica debe emplear escala 1:25.000 o más detallada.

5.2.1 Ecosistemas terrestres

A partir de la metodología planteada en el documento “Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia” (2007) o de sus versiones oficiales posteriores, se delimitarán e identificarán los ecosistemas naturales y transformados presentes en el área de estudio específica.

Las coberturas de la tierra asociadas a cada ecosistema se deben definir y sectorizar según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010⁹) o versiones oficiales posteriores.

Los ecosistemas identificados en el área de estudio específica deben ser evaluados en términos de los factores propuestos por el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad¹⁰ (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012): representatividad, remanencia, rareza y potencial a la transformación.

Se debe presentar el mapa de ecosistemas terrestres con la información obtenida. La información cartográfica resultante debe presentarse a escala 1:25.000 o más detallada.

5.2.1.1 Flora

Se deben caracterizar las unidades de cobertura vegetal, incluyendo los siguientes aspectos:

- Composición florística de las principales unidades de cobertura identificadas.
- Identificación de especies críticas por su categoría de amenaza o restricción de distribución.
- Definición de unidades de hábitat.
- Estimación de la biomasa vegetal existente.

Se debe presentar la cartografía respectiva a escala 1:25.000 o más detallada.

Cada una de las especies identificadas se debe calificar según parámetros que valoran el interés público (endemismos, vedas, rareza, vulnerabilidad, migración y extinción).

⁹ IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. – Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., 72p.

¹⁰ Se sugiere que para este análisis se utilice como insumo para la identificación de los ecosistemas, la cartografía oficial de ecosistemas, biomas y distritos biogeográficos de Colombia, de forma que se obtengan las unidades Ecosistema/Distrito biogeográfico y homologarlas con las definidas en el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, estableciendo los valores probables a compensar por cada alternativa.

5.2.1.2 Fauna

Con base en información secundaria, determinar la fauna asociada a las diferentes unidades de cobertura vegetal y usos del suelo.

La información debe involucrar como mínimo los siguientes grupos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, teniendo en cuenta toponimia de la región y la clasificación taxonómica hasta el nivel sistemático más preciso.

Adicionalmente se deben identificar:

- Áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación; zonas de paso de especies migratorias.
- Especies críticas por su categoría de amenaza o distribución restringida.

Cada una de las especies identificadas se debe calificar según parámetros que valoran el interés público (endemismos, vedas, rareza, migración y extinción).

La información cartográfica resultante debe presentarse a escala 1:25.000 o más detallada.

5.2.2 Ecosistemas acuáticos

Se deben identificar los ecosistemas acuáticos (lóticos y lénticos) y determinar su dinámica e importancia en el contexto regional. Se deben analizar los potenciales efectos de la fragmentación de ecosistemas acuáticos como consecuencia de la construcción de la infraestructura del proyecto.

Presentar el mapa de ecosistemas acuáticos con la información obtenida. La información cartográfica resultante debe presentarse a escala 1:25.000 o más detallada

5.2.3 Análisis de conectividad ecológica y fragmentación de hábitat

Para cada alternativa se debe presentar un análisis de fragmentación empleando índices de conectividad, donde se incluya información como superficie, forma y número de parches, así como la distancia entre estos, de tal manera que permita definir el estado de la conectividad ecológica y la fragmentación de hábitats, así como las fuentes impulsoras directas y subyacentes de procesos de pérdida de hábitat, en caso de que existan.

5.2.4 Ecosistemas y áreas frágiles y estratégicas y áreas protegidas ^[1]

Se debe especificar si en el área de estudio específica se presentan:

- Ecosistemas frágiles y estratégicos identificados en el ámbito local, regional, nacional, y/o internacional (p. e. humedales, humedales con distinción Ramsar, páramos, manglares, bosques secos, arrecifes coralinos, pastos marinos, entre otros).
- Áreas frágiles identificadas en el ámbito local, regional, nacional, y/o internacional (p. e. zonas de recarga de acuíferos, rondas hídricas, entre otras).
- Áreas con prioridades de conservación contempladas por parte de Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Áreas protegidas (de carácter público o privado) del Sistema Nacional de áreas Protegidas .
- Áreas de reserva forestal definidas por la Ley 2 de 1959 y sus reglamentaciones.
- Estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad, instrumentos de ordenamiento o planificación y áreas de reglamentación especial (p. e. Sitios, Reservas de Biósfera, AICA, Patrimonio de la Humanidad).
- Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente¹¹

En el caso de que se identifique la existencia de alguna de estas áreas o ecosistemas, se deben delimitar cartográficamente, a una escala adecuada, de tal forma que permita su ubicación con respecto al proyecto dentro de los mapas de ecosistemas, elaborados a escala 1:25.000 o más detallada. Es necesario señalar las distancias mínimas que existen entre dichos ecosistemas y las áreas de intervención de las áreas del proyecto.

Asimismo, los proyectos relacionados con línea de costa y aguas marinas deberán señalar si en su área de estudio se presentan arrecifes de coral, manglares y praderas de pastos marinos, ecosistemas protegidos según lo dispuesto en el artículo 207 de la Ley 1450 de 2011 y que deben ser sujetos de consideraciones especiales para su conservación y uso sostenible, de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015.

Revisar los estudios de Ordenamiento Territorial (EOT, PBOT o POT) y los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), en caso de que los hubiera,

[1] Tener en cuenta el listado de áreas protegidas, de protección, restauración, entre otras categorías de ordenación, relacionadas en la Tabla 9 *Categorías de Ordenación y Zonas de uso y Manejo en la Zonificación Ambiental de Cuencas Hidrográficas*, de la guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación Y Manejo de Cuencas Hidrográficas, MINAMBIENTE, 2014.

¹¹ Zonas declaradas y delimitadas por la Resolución 1628 de 2015 y cuya duración se prorroga por la Resolución 1433 de 2017.

identificando y caracterizando el uso del suelo propuesto en tales planes, para el área de estudio específica del proyecto.

Para la identificación de ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas, se puede utilizar la cartografía oficial para el país, así como las herramientas disponibles en línea, tales como “TREMARCTOS-COLOMBIA”, de manera tal que se definan áreas de importancia nacional, regional y local, tanto públicas como privadas. Dicha información debe ser entregada en cartografía donde se evidencie la distancia del área contemplada por los proyectos y su posible superposición con obras o actividades en relación con los ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas.

5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

En cuanto a la información a presentar para el medio socioeconómico, es de aclarar que las unidades territoriales se asumen como las subdivisiones de los municipios (corregimientos, veredas, sectores de vereda, inspecciones de policía, barrios u otras unidades reconocidas administrativa o socialmente). Dependiendo de las características del proyecto y de sus posibles impactos en el medio socioeconómico, el municipio en su totalidad puede ser considerado como unidad territorial de análisis.

La información de caracterización del medio socioeconómico se debe presentar para el área de estudio general, y en los casos en que dicha información varíe entre una alternativa y otra, se debe presentar de forma discriminada para cada una de estas (área de estudio específica).

5.3.1 Participación y socialización con las comunidades¹²

Estos lineamientos de participación hacen referencia al proceso de socialización y de retroalimentación del proyecto, teniendo en cuenta los mecanismos de participación social, la normatividad vigente y el alcance que tiene el proyecto en un DAA.

Este proceso de socialización se debe realizar con las autoridades regionales, departamentales y municipales que contengan las unidades territoriales que se definan en el área de estudio general. De igual manera se debe surtir con la comunidad en general, las organizaciones sociales e instituciones presentes en el área de estudio, y aquellos actores que por el tipo de intervención y/o participación, puedan verse afectadas o ver afectadas sus actividades por la presencia del proyecto.

¹² En caso de que la Autoridad Ambiental establezca o adopte con posterioridad a este documento, una metodología para procesos de socialización de proyectos, obras o actividades, esta deberá ser utilizada por el usuario.

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

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

1. Socializar la información relacionada con las características técnicas, actividades y alcance tanto del proyecto como del estudio a desarrollar, incluyendo las diferentes alternativas propuestas y las implicaciones de cada una de ellas.
2. Generar espacios de participación durante la elaboración del DAA, en los cuales se brinde información y se reciba retroalimentación sobre el proyecto y sus alternativas, referente a los alcances, fases, actividades, especificaciones técnicas, áreas de estudio (general y específica), caracterización ambiental, zonificación ambiental, identificación de impactos potenciales, criterios para la selección de alternativas y demás aspectos relevantes del DAA.

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

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

- Realizar procesos de convocatoria a los espacios de socialización y participación, garantizando aspectos como: cobertura, oportunidad y eficacia.
- Definir con claridad el procedimiento metodológico a adoptar para el desarrollo de las reuniones, talleres y/o estrategias informativas, etc., a realizar, especificando los recursos de apoyo pedagógico y didáctico que permitan el logro de una adecuada socialización del proyecto y sus alternativas, así como una eficiente transmisión y presentación de la información relacionada con el DAA elaborado para los fines del licenciamiento ambiental.
- Promover la participación de los asistentes en los asuntos asociados al estudio, por lo que el procedimiento metodológico debe señalar la forma en la que se promueve la participación de las entidades, organizaciones, autoridades y comunidades.
- Documentar el DAA con los respectivos soportes, los cuales deben incluir como mínimo lo siguiente: la correspondencia de convocatorias realizadas, las actas y/o ayudas de memoria de las reuniones y/o talleres realizados, en las cuales se evidencien los contenidos tratados, las inquietudes, comentarios, sugerencias y/o aportes de los participantes sobre el proyecto y sus alternativas, las respuestas o aclaraciones realizadas por parte del solicitante, los listados de asistencia, y el registro

fotográfico y/o filmico de las reuniones y las actividades realizadas (si los participantes lo permiten).

Igualmente, las actas que permitan evidenciar las actividades de socialización adelantadas, deben ser elaboradas *in situ*, de manera que puedan ser suscritas por sus participantes y entregadas a las autoridades presentes y a los representantes de las comunidades, una vez finalizado el proceso.

Las actas deben contener como mínimo, fecha y lugar de realización del evento, objetivo de la reunión o taller, listado de asistencia, temas abordados, comentarios y observaciones de los asistentes y compromisos adquiridos, si hay lugar a ello (todo lo anterior consignado en letra y textos legibles).

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

5.3.2 Componente demográfico

Se debe presentar la siguiente información para el área de estudio general:

- **Dinámica de poblamiento:** Descripción de: 1) los aspectos más importantes del proceso de ocupación del territorio por parte de las poblaciones humanas (antecedentes e hitos importantes con relación a su asentamiento y expansión); 2) grupos socioculturales (indígenas, negritudes, campesinos entre otros).
- **Dinámica poblacional:** Descripción de: 1) movilidad espacial actual y tendencial, así como los factores que influyen en fenómenos migratorios; 2) distribución entre las áreas rural y urbana y su densidad; 3) Índices que refieran situación de pobreza de la población (Necesidades Básicas Insatisfechas - NBI -, Índice de Pobreza Multidimensional, Índice de Calidad de vida, entre otros).

Es necesario presentar un listado de las unidades territoriales potencialmente afectadas por el proyecto, incluyendo la estimación de la población total y potencialmente afectada en cada alternativa (área de estudio específica), con el propósito de dimensionar los potenciales impactos ambientales previstos para la población.

5.3.3 Componente espacial

Se debe presentar información municipal y local, si se requiere, de los servicios públicos (acueducto, energía eléctrica, disposición de excretas, sistemas de recolección y

disposición de residuos sólidos, entre otros) y sociales (infraestructura de salud, educación, recreación, vial, infraestructura social y comunitaria, entre otros) incluyendo la calidad y cobertura, en tanto se relacionen con el proyecto.

5.3.4 Componente económico

Con el objeto de elaborar un panorama general sobre la dinámica económica relacionada con el proyecto, identificar y analizar los procesos existentes en el área de estudio general, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Estructura de la propiedad (micro, minifundio, pequeña, mediana y gran propiedad¹³) y formas de tenencia (comunitaria, propiedad privada, arrendamiento, aparcería, tierras colectivas, zonas de reservas campesinas, zonas de desarrollo empresarial, ZIDRES, entre otras, sin limitarse a las coordenadas puntuales donde se desarrollarían las obras; es decir, considerando las áreas hasta donde se manifestarían los impactos ambientales de cada una de las alternativas).
- Procesos productivos y tecnológicos: comportamiento de las actividades de los sectores primario, secundario y terciario de la economía, analizando la contribución a la economía regional de cada uno de los subsectores, identificando su importancia en el contexto “local”; volúmenes de producción; tecnologías empleadas; centros productivos e infraestructura asociada; redes de mercadeo y niveles de ingreso.
- Identificar los polos de desarrollo y/o enclaves, que interactúan con el área de estudio del proyecto.
- Caracterización del mercado laboral actual (ocupación, empleo, desempleo y subempleo).

5.3.5 Componente cultural

5.3.5.1 Comunidades no étnicas

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

¹³ Corresponde a la categoría de distribución de la propiedad. Anexo 1. Metodología y tratamiento de la Información, Atlas de la Propiedad Rural en Colombia. IGAC, Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2012.

Identificar los hechos históricos relevantes (migraciones, adopción de nuevas tecnologías, cambios de actividad productiva, procesos de aculturación por presencia de migrantes, etc.), que hayan implicado cambios culturales, particularmente con efectos en las estrategias adaptativas de las comunidades; esto debe permitir la identificación de las potencialidades, resistencias y capacidad de adaptación al cambio de las mismas.

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

Identificar los usos tradicionales de los recursos naturales renovables y el medio ambiente por parte de los habitantes del área de estudio: demanda, oferta, relación de pertenencia, espíritu proteccionista o conservacionista, usos culturales y tradicionales, valores simbólicos.

5.3.5.2 Comunidades étnicas

Con base en información secundaria: estudios etnográficos e investigaciones, entre otros, se debe hacer una breve descripción de las comunidades étnicas presentes en el área de estudio del proyecto, involucrando los siguientes aspectos: territorios, demografía, salud, educación, religiosidad/cosmogonía, etnolingüística, economía tradicional, organización sociocultural y presencia institucional.

5.3.6 Componente arqueológico

Se debe indicar la existencia de sitios de reconocido o potencial interés histórico, cultural y arqueológico, declarados como parques arqueológicos, patrimonio histórico nacional o patrimonio histórico de la humanidad, patrimonio cultural subacuático o aquellos yacimientos arqueológicos que por la singularidad de sus contenidos culturales ameriten ser preservados para la posteridad.

5.3.7 Componente político-organizativo

Identificar los actores sociales que interactúan en el área de estudio general del proyecto, que representen la estructura de poder existente (asociaciones de carácter político, económico, cultural, ambiental, comunitario, etc., gremios, juntas de acción comunal, entre otros).

5.3.8 Tendencias del desarrollo

Se deberá presentar un análisis de la realidad socioeconómica del área, resultante de la articulación de los aspectos más relevantes analizados en los diferentes componentes (demográfico, espacial, económico, cultural y político-organizativo) y de los planes de

desarrollo, de ordenamiento territorial y de gestión ambiental existentes (en ejecución o proyectados) en los niveles nacional, departamental y municipal. En los casos en que esta información varíe significativamente entre una alternativa y otra, se deberá presentar de manera diferencial para cada alternativa (área de estudio específica),

Para lo anterior, es necesario identificar los proyectos de desarrollo impulsados por el sector oficial o privado, en la medida en que dicha información esté disponible, con el objeto de evaluar la injerencia del proyecto en la dinámica del área de estudio o de cada una de las alternativas, en caso de aplicar.

5.3.9 Información preliminar de la población a desplazar

Identificar en cada alternativa las construcciones e infraestructura susceptibles de ser afectadas por el trazado o corredor propuesto.

Se debe presentar de manera estimativa en cada alternativa, cantidad de población objeto de desplazamiento involuntario, tipo y número de unidades sociales existentes potencialmente afectadas (residentes, productivas y mixtas), actividad(es) económica(s) que pueda(n) verse afectada(s) con el desplazamiento de la población y equipamientos comunitarios susceptibles de afectación.

6. ANÁLISIS DE RIESGOS

Partiendo de la caracterización ambiental previamente realizada en el DAA, se debe realizar un análisis de amenazas (exógenas y endógenas) a nivel cualitativo para la fase de construcción del proyecto para cada alternativa analizada. Se debe presentar la metodología utilizada.

Se espera que el solicitante identifique la probabilidad de ocurrencia de las amenazas y las consecuencias en los servicios ecosistémicos. El análisis debe involucrar como mínimo la siguiente valoración:

- Consecuencias sobre la población.
- Consecuencias sobre el ambiente
- Consecuencias económicas para el proyecto.
- Consecuencias a nivel de imagen y credibilidad del proyecto.

Con el análisis realizado se deben identificar los diferentes niveles de riesgo (Bajo, Medio, Alto) para cada uno de los eventos amenazantes identificados, dependiendo de la probabilidad de ocurrencia de los mismos.

El análisis planteado debe ser insumo, junto con los demás análisis realizados, para la determinación de la alternativa óptima para el desarrollo del proyecto.

7. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Con base en los elementos identificados en la caracterización del área de estudio específica para cada alternativa, en el análisis de riesgos y en la legislación vigente, se deben establecer unidades de acuerdo con la sensibilidad ambiental del área ante el desarrollo del proyecto y con los componentes del ambiente que podrían ser afectados por el mismo, para lo cual se deben tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- Áreas de especial importancia ecológica, tales como Áreas Naturales Protegidas, Distritos de Manejo Integrado, ecosistemas estratégicos, ecosistemas acuáticos continentales, rondas hidrográficas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas (En Peligro Crítico -CR-; En Peligro -EN-; y Vulnerable -VU-) de acuerdo con la Resolución 0192 de 2014 o la que la modifique, sustituya o derogue, áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación, anidación y zonas de paso de especies migratorias.
- Instrumentos de ordenamiento/planificación (p. e. POT, POMCA, PORH), así como otras áreas de reglamentación especial (p. e. áreas de reserva forestal de Ley 2ª de 1959, humedales, páramos, zonas de recarga hídrica, AICAS, humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención RAMSAR, entre otros).
- Áreas de recuperación ambiental tales como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas.
- Fragmentación y conectividad con ecosistemas naturales y seminaturales en el área de estudio, como posibles receptores de fauna desplazada.
- Áreas que presenten suelos con vocación agrícola clase agrológica II, III y/o IV.
- Áreas de riesgo natural susceptibles a deslizamientos e inundaciones, movimientos de remoción en masa, procesos erosivos, entre otros, establecidos a nivel nacional, regional y local.
- La existencia de nacimientos de corrientes, acuíferos y sitios de recarga de los mismos en el interior del área de estudio.
- Los ecosistemas del área de estudio relacionados con la producción y regulación hídrica y específicamente en el abastecimiento de acueductos veredales, municipales o regionales, distritos de riego o embalses para generación de energía eléctrica.
- Áreas de importancia social tales como asentamientos humanos, de infraestructura física y social, y de importancia histórica, cultural y/o arqueológica.
- Existencia de territorios étnicos (ancestrales o constituidos) de comunidades vulnerables.

- La función del área de estudio en la producción económica, bien sea por disponer de tierras productivas (p. e. suelos de protección y para garantizar seguridad alimentaria) o por contener infraestructura de servicios u otro tipo de soporte para las actividades económicas.
- La existencia de sitios con especial valor escénico o paisajístico, como, por ejemplo: cascadas, cañones profundos, cuevas, vistas panorámicas, etc.

Se deben elaborar y presentar los mapas de zonificación para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), donde se identifiquen y definan las áreas o unidades con diferentes grados de sensibilidad ambiental a escala 1:25.000 o más detallada.

Se debe utilizar un SIG para realizar el cruce o superposición de la información de los mapas de cada medio para obtener la zonificación ambiental final del área de estudio, donde se sintetizan espacialmente las condiciones ambientales actuales más relevantes para todas las alternativas planteadas.

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

- Los componentes relevantes a tener en cuenta en la zonificación ambiental por cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico), con la respectiva justificación técnica para su selección.
- Los criterios establecidos para la ponderación y calificación cualitativa y cuantitativa de la sensibilidad ambiental de cada componente dentro de la zonificación ambiental.
- El modelo de procesamiento de información geográfica, señalando los cálculos, funciones, métodos y procedimientos ejecutados para realizar la agrupación y ponderación de las unidades con diferentes grados de sensibilidad ambiental definida para cada medio al superponer los mapas de cada uno de ellos (abiótico, biótico y socioeconómico) y de esta forma obtener la zonificación ambiental final.
- El análisis de los resultados obtenidos en el procedimiento anterior.
- Las áreas obtenidas por cada categoría de sensibilidad ambiental, tanto para los mapas por cada medio, como para la zonificación ambiental final, y su porcentaje de participación con relación al área de estudio.

8. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES

A partir de la caracterización del área de estudio específica, se deben identificar los impactos potencialmente significativos (positivos y negativos) a generarse con el desarrollo del proyecto, incluyendo los acumulativos y sinérgicos, diferenciándolos para cada una de las alternativas propuestas.

Se deben tener en cuenta las diferentes fases y actividades que implique el desarrollo del proyecto, para cada una de las alternativas propuestas, y la interrelación con cada uno de los componentes del ambiente.

Se debe presentar una tabla donde se indiquen los siguientes aspectos:

Tabla 1. Identificación de impactos potencialmente significativos

Medio / Componente	Impacto	Carácter: Positivo (indique con un +) / Negativo (indique con un -)	Impacto existente en el área de estudio específica en la condición sin proyecto (indique con una X)			Impacto nuevo a generarse por el desarrollo del proyecto (indique con una X)		
			Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa n	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa n

En los casos en los que los impactos identificados ya se estén evidenciando en el área de estudio para alguna de las alternativas, se debe indicar cómo el desarrollo del proyecto los podría potencializar.

Cuando existan incertidumbres acerca de la magnitud y/o alcance de algún impacto del proyecto sobre el ambiente, se deben realizar y describir las predicciones para el escenario más crítico.

Para las alternativas que contemplen tramos en túnel, se debe hacer énfasis en la determinación y estimación de los siguientes impactos potenciales por efecto de la construcción y los que se manifestarían durante la fase de operación:

- Afectación del recurso hídrico (superficial y subterráneo) y ecosistemas asociados: por abatimiento del nivel freático con la consecuente alteración de niveles y caudales de corrientes superficiales (desecamiento de fuentes hídricas superficiales); por contaminación y afectación de la calidad del agua.
- Alteración en las condiciones de drenaje y dinámica hídrica (superficial y subterránea) y las posibles variaciones de su régimen natural, de acuerdo con las condiciones estructurales existentes, que se vean afectadas por los cortes y/o excavaciones proyectados.
- Alteración significativa del balance hídrico de la cuenca aportante por el trasvase de caudales significativos en dirección a la pendiente del túnel.
- Alteración de la estructura del suelo, ante los cambios que puedan presentarse, bien sea por afectación del subsuelo o por el retiro de la cobertura y la implementación de obras que puedan ocasionar contaminación, erosión, generación de procesos de remoción en masa, pérdida de materia orgánica, compactación, entre otros.

- Afectación de la consolidación natural del macizo rocoso por desconfinamiento.
- Incremento en los niveles de presión sonora, producto de las actividades constructivas del túnel.
- Alteración del paisaje, debido a las actividades constructivas del túnel.
- Afectación sobre las poblaciones de fauna y flora, tanto por la modificación de coberturas y suelos, como por los cambios que se susciten en aguas de infiltración, fuentes hídricas superficiales y subterráneas.
- Afectación a la infraestructura a causa de las vibraciones generadas por el proceso constructivo del túnel.
- Afectación en la dinámica socioeconómica (calidad de vida, salud, productividad, valor de las propiedades, entre otros), debido a la alteración de la oferta del recurso hídrico superficial y subterráneo.

9. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO AMBIENTAL DE LAS ALTERNATIVAS

El Análisis Costo-Beneficio ambiental (ACB) de las alternativas constituye uno de los elementos mínimos del DAA, de acuerdo con las disposiciones del Decreto 1076 de 2015. En este caso, el ACB no se refiere al análisis financiero convencional, que contempla los beneficios que obtiene el sector privado al desarrollar el proyecto, sino que corresponde a una aproximación que compara los beneficios y costos ambientales que recibiría la sociedad si se desarrollara cada una de las alternativas planteadas para la ejecución del proyecto (Minambiente & ANLA, 2017). Dicha comparación constituye un criterio adicional que deberá tenerse en cuenta en la Evaluación Multicriterio que se efectúa para establecer cuál es la mejor de las alternativas planteadas.

La Figura 1 presenta el esquema metodológico que se recomienda para implementar adecuadamente el ACB en el DAA, análisis que debe estar articulado con los demás elementos básicos del DAA (Artículo 2.2.2.3.4.3. del Decreto 1076 de 2015), y contemplar todas las opciones propuestas desde la alternativa 0, que corresponde a la situación sin proyecto (escenario tendencial que muestre cómo evolucionaría el ambiente en ausencia del proyecto), hasta la alternativa n (Delacámara, 2008).

Para llevar a cabo este análisis se acepta el uso de información secundaria del área de estudio y de las proyecciones establecidas sobre el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables para cada una de las alternativas a evaluar. Los pasos metodológicos que se deben seguir para la aplicación del ACB en un DAA y las consideraciones generales sobre el método y sobre cómo se incorpora al proceso de licenciamiento ambiental son las establecidas en el instructivo A de los *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*, documento adoptado mediante la Resolución 1669 del 15 de agosto de 2017 (MADS & ANLA, 2017), que amplía y profundiza en este análisis para brindar herramientas que permitan un mejor entendimiento y desarrollo del mismo.

A continuación, se describen los pasos metodológicos:

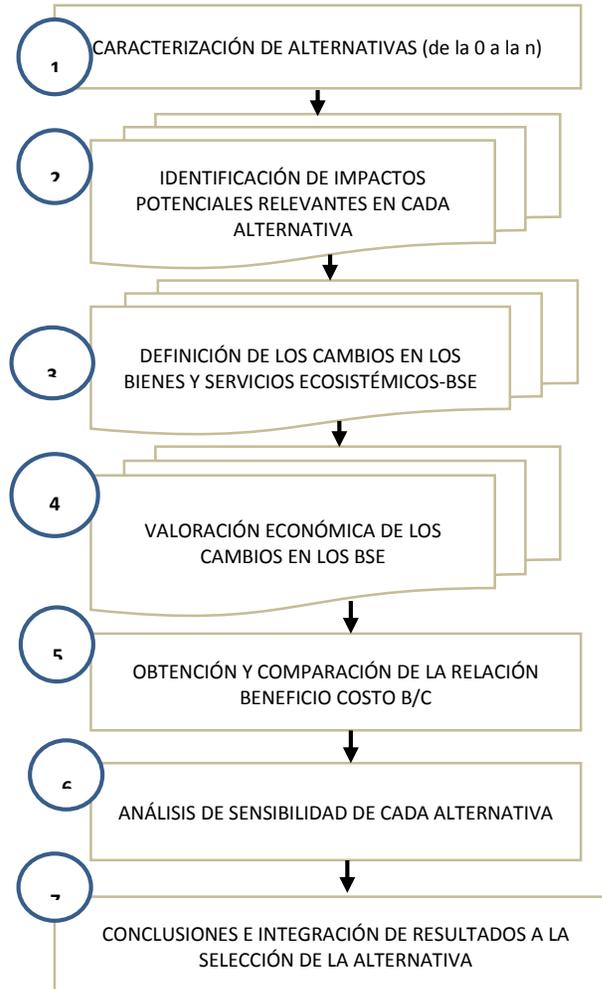


Figura 1 Etapas para el ACB de las alternativas del proyecto
Fuente: Grupo de Instrumentos de la ANLA 2016.

- 1. Caracterización de alternativas.** Dado que el análisis económico en el DAA pretende aportar a la selección de la mejor alternativa para la implementación del proyecto, este primer paso permite individualizar las diferencias más representativas entre las opciones evaluadas, principalmente en los aspectos de la propuesta que, frente al uso y aprovechamiento de los recursos naturales, renovables y el medio ambiente, puedan incidir en la normal prestación de los servicios ecosistémicos o en el bienestar de la población influenciada.

Los insumos provenientes de otros elementos del DAA que se consideran relevantes para esta caracterización están relacionados principalmente con la

descripción del alcance (espacial, demográfico y temporal) y los requerimientos de sus actividades en cuanto a la demanda de recursos naturales renovables y el medio ambiente, todo esto correlacionado con las características ambientales del área de estudio.

2. **Identificación de impactos relevantes.** Partiendo de la caracterización y el reconocimiento previamente realizado en el DAA sobre los impactos ambientales probables de cada alternativa, se espera que el solicitante identifique cuáles de ellos tienen mayor probabilidad de alterar la provisión de servicios ecosistémicos en el área de estudio e influir en la utilidad o bienestar de los grupos poblacionales identificados previamente¹⁴. Tales impactos potenciales serán los seleccionados para el desarrollo del ACB en esta fase del proceso de licenciamiento.
3. **Cuantificación de los cambios en los Bienes y Servicios Ecosistémicos – BSE-.** Partiendo de las proyecciones establecidas para cada alternativa y de la información secundaria disponible, es necesario que el usuario realice la cuantificación biofísica y la ubicación espacial y temporal, lo más ajustada posible, de los cambios esperados en los recursos naturales renovables y el medio ambiente aprovechados y en el flujo de los BSE, por la ejecución de las actividades de cada alternativa.

Esta cuantificación se enfoca en la evaluación de los efectos más probables sobre la prestación de los BSE y su incidencia en los elementos del bienestar, y no en las actividades o presiones que los generan; esto, en tanto la relación entre presión y efectos comúnmente no es lineal, y los efectos dependen del tiempo y el sitio en donde se desarrolle la actividad. Para su aplicación, se recomienda el uso de indicadores que expresen la cantidad del efecto externo en forma cuantitativa, que para la etapa de DAA pueden ser establecidos a partir de información secundaria¹⁵.

Se espera también que se analicen con soportes técnicos válidos, las brechas en conocimiento o incertidumbres existentes sobre los efectos externos de la alternativa estudiada, así como sobre la presencia de valores ecológicos superiores¹⁶ o inconmensurables, que no puedan ser cuantificados ni valorados en

¹⁴ Bickel & Friedrich. Externe Externalities of Energy Methodology. 2005.

¹⁵ Para las acciones de cuantificación de SSEE, el usuario puede basarse en las metodologías y los sistemas internacionales de indicadores técnicos:

<http://cices.eu/>

<http://biodiversity.europa.eu/maes/common-international-classification-of-ecosystem-services-cices-classification-version-4.3>

<http://www.bipindicators.net/LinkClick.aspx?fileticket=QxjjDuqt2Qk%3D&tabid=155>

¹⁶ Azqueta Oyarzúm, D. Introducción a la Economía Ambiental. Ed. McGraw-Hill. Madrid. 2002

unidades monetarias, pero que no deben ignorarse en el análisis integral para la selección.

- 4. Valoración de los costos y beneficios asociados a los cambios en los BSE y el bienestar.** Para efectos prácticos, en la elaboración de este análisis se espera que el solicitante haga principal énfasis en realizar una adecuada cuantificación y valoración del cambio en los BSE, no siendo prioritaria la aplicación de metodologías de valoración económica basadas en la recolección de información primaria (Métodos de preferencias declaradas y métodos de preferencias reveladas que involucren aplicación de formatos), pero sí es importante la búsqueda de valores de referencia que obedezcan al servicio ecosistémico que se pretende analizar, respetando las pautas para la aplicación de la metodología de transferencia de beneficios, explicada en el Instructivo D del documento de los *Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental* (MADS & ANLA, 2017)..

Tras la identificación de los efectos en los BSE y el cálculo de la magnitud biofísica en cada alternativa, deben examinarse los valores de uso y no uso afectados, y con ello aplicar el método de valoración económica ambiental apropiado y/o seleccionar los valores de referencia disponibles para obtener, en términos monetarios, el valor de tales cambios positivos y negativos (costos externos marginales). Por la instancia y carácter preliminar del DAA (etapa de pre factibilidad de los proyectos), es esperado el uso de información secundaria, el uso de información de mercados al que tenga acceso la empresa y principalmente el uso de la transferencia de beneficios a partir de estudios de referencia.

Siendo evidente la dificultad para expresar en términos monetarios los distintos comportamientos relacionados con los recursos naturales renovables y el medio ambiente (o BSE) que usualmente no son transados en el mercado, deben identificarse con claridad las limitaciones en la selección de información de referencia y/o en los resultados obtenidos de las valoraciones económicas, de forma que estas sean tenidas en cuenta a la hora de establecer los criterios integrales de decisión de la mejor alternativa. Asimismo, el ACB en desarrollo debe acercarse a la duración esperada de los costos o beneficios externos, en todas las fases del proyecto o incluso después de su cierre¹⁷

Para el cálculo de los beneficios biofísicos y socioeconómicos que se proyecten durante la ejecución de las alternativas, se deben tener en cuenta aquellos que tengan efecto a escala local y regional, dentro de los cuales puede tenerse en

¹⁷ Bickel & Friedrich. Externe Externalities of Energy Methodology. 2005.

cuenta la siguiente estructura de beneficios, sin perjuicio de incluir otros debidamente argumentados:

- Dinamización del empleo local (cambio o delta del beneficio frente a la situación sin proyecto).
- Adicionalidad ambiental o social comprobada en el área de estudio, debido a los programas ejecutivos. La adicionalidad ambiental o social hace referencia a la posible ganancia de bienestar experimentada efectivamente por un individuo o una población, cuya situación se ve modificada de manera positiva por algún evento económico. Esto representa un cambio que mejora su situación actual en el precio o un cambio en la cantidad de bienes o servicios provistos por recursos o mejoras por la participación en programas sociales (CEPAL, 2013).
- Inversiones sociales que demuestren que la financiación fue producto del desarrollo del proyecto y la ejecución de dichas inversiones se realiza en el área de estudio del proyecto.

5. Obtención y comparación de la relación Beneficio/Costo -RBC. Como se ha indicado antes, a través del análisis costo-beneficio ambiental se realiza un balance entre pérdidas y ganancias económicas que permite averiguar la alternativa más favorable en términos de la sociedad como un todo; es así como después de la valoración de las afectaciones sobre los flujos de bienes y servicios ambientales impactados (de mayor relevancia) (MAVDT & CEDE, 2010), estas estimaciones deben ser incluidas en un flujo de costos y beneficios con una distribución acorde con la duración de cada efecto y el horizonte del proyecto (mensual o anual). La definición de tales costos y beneficios debe ser consistente con los pasos anteriores y la estructura presentada en esta metodología.

Posteriormente y con el ánimo de desarrollar el indicador o criterio de decisión, denominado como Relación Beneficio Costo (RBC), el flujo de beneficios y costos debe llevarse a su Valor Presente Neto -VPN (es decir, actualizar su valor mediante el empleo de una tasa de descuento). En esencia, el descuento es un procedimiento técnico que permite actualizar el conjunto de los impactos (un flujo de costes externos), para expresarlos en función de su valor, no en el momento en que se producen (futuro) sino en el momento de la decisión; es así como el analista tendrá que conceder un peso concreto a aquellos impactos que ocurran en un momento diferente al presente¹⁸.

Este análisis considera el uso de una Tasa de Descuento Social-TSD (también llamada Tasa de Descuento Económica), la cual, a diferencia de las tasas de

¹⁸ Delacámara, Gonzalo. Desarrollo y Medio Ambiente. 2008.

interés empleadas en evaluaciones privadas, incluye las preferencias de las generaciones futuras para el cálculo del valor presente neto de los costos y beneficios (MAVDT & CEDE, 2010). La TSD empleada puede decrecer o mantenerse fija en los periodos de tiempo bajo estudio y su elección debe ser suficientemente justificada. Aunque para Colombia la tasa oficial para este indicador actualmente es del 12% anual¹⁹, se deberá considerar el valor de las modificaciones o actualizaciones a esta tasa o en su defecto usar una tasa ambiental de descuento que llegara a adoptar el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

Con el VPN de costos y beneficios (ver Ecuación 1) puede calcularse la RBC, que determina el orden de viabilidad económica ambiental de las alternativas. Con el resultado de la RBC, el costo social de las distintas alternativas para la ejecución del proyecto (costos internos y externos) puede ser comparado.

Ecuación 1: Cálculo del VPN y la Relación Beneficio/Costo

$$RBC = \frac{\sum_i \frac{Bi}{(1+r)^i}}{\sum_i \frac{Ci}{(1+r)^i}} = \frac{VPN_{beneficios}}{VPN_{costos}}$$

Fuente. MAVDT & CEDE (2010)

- 6. Conclusiones e integración de resultados a la selección de la alternativa.** El criterio económico debe ser integrado a la evaluación multicriterio aplicado en la evaluación del DAA, robusteciendo el análisis para la evaluación y selección de la alternativa. Para esto se deben aplicar los principios de la EMC (diferentes escenarios y ponderaciones para la comparación considerando el contexto ambiental y social del área de estudio) respecto a las variables de la valoración económica identificadas en este análisis (costos y beneficios). Es importante aclarar que para el análisis multicriterio no se deben llevar variables correspondientes a costos privados o financieros del proyecto.

10. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

10.1 ASPECTOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Para la evaluación y selección de alternativas de un proyecto en el marco de la elaboración del DAA, se deben utilizar metodologías de Evaluación Multicriterio (EMC),

¹⁹ DNP. www.dnp.gov.co [Fecha de consulta 12/02/2015].

las cuales están orientadas a apoyar los procesos de toma de decisiones. La EMC comprende la selección entre un grupo de alternativas posibles de llevar a cabo, al considerar la intervención y aptitud que presenta el territorio para que sobre él se desarrolle una determinada actividad, mediante la combinación, análisis y ponderación de los diferentes criterios ambientales, sociales y económicos que se establezcan, tanto cuantitativos, como cualitativos.

Las diferentes metodologías de la EMC permiten transformar las mediciones y percepciones en una escala única, de tal forma que se pueden comparar los criterios y establecer órdenes de prioridad. La EMC se fundamenta en la ponderación de criterios que influyen de manera positiva o negativa sobre la posibilidad de llevar a cabo el proyecto, obra o actividad objeto de decisión. Dichos criterios deben ser identificados previamente en el DAA, para lo cual se presenta en este documento, un listado de criterios que se pueden tener en cuenta, en los aspectos identificados para cada medio, así como unos criterios generales (ver numeral 9.2).

El objetivo central de los métodos multicriterio corresponde a:

- Seleccionar la mejor alternativa;
- Establecer las alternativas consideradas “favorables” y rechazar aquellas que no lo sean;
- Generar una jerarquización de las alternativas planteadas (de la más favorable a la menos favorable).

Para la selección de alternativas a través de la EMC, se debe contar con los siguientes elementos, u otros que estén técnicamente sustentados y sean reconocidos internacional o nacionalmente:

- Un número finito de alternativas identificadas como factibles o posibles de llevar a cabo (no obstante, no se conozcan de forma completa sus consecuencias).
- La identificación y definición de criterios que permitan analizar cada una de las alternativas en función de los efectos ambientales que generarían, conforme a los pesos o ponderaciones asignados, y que reflejan la importancia (preferencia) relativa de cada criterio.
- Una matriz de decisión que incluya la evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio.
- Un modelo de agregación de las preferencias, en donde se ordenen, clasifiquen o jerarquicen los criterios para seleccionar la alternativa que presente mejores evaluaciones.

A continuación, se resumen las principales metodologías de evaluación multicriterio existentes y sus características:

Tabla 2. Clasificación de técnicas de decisión multicriterio

DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN BÁSICA	APLICACIONES
MÉTODOS BASADOS EN LA TEORÍA DE LA UTILIDAD MULTICRITERIO	Se dispone de una información completa sobre las preferencias del decisor de tal forma que se puede construir una función de valor o función de utilidad, en el caso de que exista incertidumbre, que agrega las funciones de valor/utilidad de cada uno de los criterios.	<ul style="list-style-type: none"> • Caso discreto: asignación de la función de valor/utilidad. • Caso continuo: resolver el programa matemático: $\max v(z(x)), x \in X$
MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN MULTIOBJETIVO	El conjunto X de alternativas es continuo. No se tiene la información sobre las preferencias del decisor suficiente para construir una función de valor. Se plantean unas funciones objetivo que hay que optimizar.	<ul style="list-style-type: none"> • Programación compromiso. • Programación por metas.
MÉTODOS INTERACTIVOS	Se tiene información parcial sobre las preferencias del decisor. Interactúa el analista con el decisor de forma que se parte de una solución inicial que el decisor evalúa con base a sus preferencias, las cuales se introducen en el modelo para generar una nueva solución.	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos STEM. • Método Zionts y Wallenius. • Método Geoffrion, Dyer y Feinberg. • Surrogate Worth Trade-off. • Otros.
MÉTODOS DISCRETOS	El conjunto X de alternativas es discreto.	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos basados en la función valor: <ul style="list-style-type: none"> - Suma ponderada - Método UTA - Programa VISA • Métodos de las jerarquías analíticas (AHP) • Métodos de sobre clasificación: <ul style="list-style-type: none"> - ELECTRE - PROMETHEE • Método PRES II • TOPSIS • COASID

Fuente: Korhonen *et al.* ²⁰..

El usuario debe plantear modelos acordes con las necesidades específicas del proyecto, obra o actividad, para lo cual en el DAA se debe presentar la respectiva justificación donde se sustente la selección de la metodología de EMC empleada para el desarrollo del estudio. Dicha metodología debe incluir el análisis de sensibilidad, a través del cual

²⁰ Korhonen, P., et al. (1992) Multiple Criteria Decision Support. A Review. *European Journal of Operational Research*.

se definen escenarios posibles frente a cambios en las ponderaciones relativas de los principales criterios.

El propósito del análisis de sensibilidad es verificar qué tan robusta es la alternativa escogida frente a cambios o errores en los datos, especialmente en los pesos asignados; es decir, determinar cuál es la posibilidad de tomar una decisión errónea y qué tan errónea puede ser la decisión, lo cual permite al evaluador entender o justificar mejor la decisión que se está modelando y las características más importantes que influyen en la decisión.

10.2 CRITERIOS PARA LA COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Con base en la caracterización del área de estudio, el análisis de riesgos, la zonificación ambiental, la identificación de impactos potenciales y el análisis costo beneficio ambiental de las alternativas, se debe realizar una Evaluación Multicriterio -EMC- de las alternativas del proyecto, de tal forma que sea posible efectuar las comparaciones necesarias para la toma de decisiones frente a la alternativa más favorable. Una de las alternativas a tener en cuenta será la no ejecución del proyecto, con el fin de que sea posible contrastar los impactos potenciales del mismo.

El proceso de análisis de criterios se debe realizar de manera diferencial para todas las alternativas contempladas en el DAA.

Se deben describir los criterios que se tuvieron en cuenta para:

- La definición del ancho del (de los) corredor(es).
- La identificación de las posibles ubicaciones del proyecto, en relación con los diferentes medios (abiótico, biótico y socioeconómico)

Adicionalmente, se deben tener en cuenta como mínimo los siguientes criterios:

10.2.1 Criterios relacionados con el medio abiótico

- Longitud total del corredor o trazado.
- Cantidad de túneles.
- Longitud de túneles.
- Área de intervención de cada alternativa.
- Volúmenes estimados de remoción de suelo (descapote, corte, relleno, excavación) y generación de materiales sobrantes de construcción.
- Longitud y área de accesos a adecuar.

- Longitud y área de accesos a construir.
- Estimado de generación de residuos (ordinarios y peligrosos).
- Estimado de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales renovables y el medio ambiente (agua y materiales de construcción).
- Cruces de cuerpos de agua lóticos y/o lénticos.
- Afectación de cuerpos de agua lóticos y/o lénticos.
- Necesidad de desvío de cauces.
- Áreas de amenaza natural (hidrometeorológico y geológico), susceptibles a deslizamientos, inundaciones, movimientos de masa, procesos erosivos, sísmicos, entre otros, establecidas a nivel nacional, regional y local.
- Áreas de recuperación ambiental, tales como áreas erosionadas o contaminadas.
- Áreas según usos del suelo.
- Áreas con presencia de clases agrológicas II, III y/o IV.
- Áreas con conflictos por uso del suelo.
- Áreas con potencial contaminación de suelos y generación de procesos de erosión.
- Caudales potenciales de vertimientos sobre el recurso hídrico (superficial y subterráneo).
- Caudales potenciales de afectación sobre el recurso hídrico marino en términos de calidad y cantidad.
- Potencial de alteración del paisaje por impactos estéticos y visuales (color, fractalidad, geometría, visibilidad).
- Áreas de zonas de recarga de acuíferos o presencia de acuíferos libres potencialmente contaminables por las actividades que se pretenda realizar sobre ellas o la infraestructura que se proyecte emplazar allí.
- Número de receptores de emisiones atmosféricas y ruido (identificando receptores humanos y ecosistemas estratégicos).
- Distanciamiento de receptores (humanos y ecosistemas estratégicos) a cada alternativa para el componente atmosférico: aire y ruido.
- Niveles de inmisión en la calidad del aire en receptores identificados. Infraestructura requerida e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, plantas industriales, entre otros).
- Potencial afectación de infraestructura existente (agricultura, minería, piscicultura, forestal, pesquero, generación eléctrica, aeropuertos, rellenos sanitarios, carreteras, líneas férreas, de conducción y explotación de hidrocarburos, líneas de transmisión eléctrica, acueductos, alcantarillados, infraestructura educativa, de salud, productiva, entre otras).
- Presencia de otros proyectos en el área (existentes o por desarrollar).

Para los tramos subterráneos (alineamiento del túnel), se deben contemplar como mínimo los siguientes criterios:

- Evidencias de actividad neotectónica.
- Formaciones superficiales presentes.
- Grado de susceptibilidad (alto, medio o bajo) a la inestabilidad y/o infiltración de agua en el macizo rocoso.
- Presencia de procesos morfodinámicos y erosivos en zonas de portales.
- Parámetros geomecánicos del macizo rocoso.
- Información de eventos sísmicos históricos a partir del registro 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).
- Puntos de agua subterránea existentes.
- Presencia de acuíferos.
- Presencia de drenajes permanentes e intermitentes.
- Presencia de ecosistemas estratégicos.
- Tránsito de caudales significativos en dirección a la pendiente del túnel.
- Número de usuarios de agua superficial y subterránea.
- Usos del agua identificados.

10.2.2 Criterios relacionados con el medio biótico

- Presencia de áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación; zonas de paso de especies migratorias.
- Presencia de ecosistemas estratégicos (p.e. bosque seco, humedales, páramos, manglares, entre otros).
- Presencia de áreas de exclusión, o de manejo especial del orden nacional y regional; áreas protegidas, de carácter público o privado, existentes y proyectadas, dentro de la legislación local, regional, nacional, entre otras: áreas de reserva de la Ley 2 de 1959, áreas del Sistema de PNN, Reservas Forestales Protectoras, Parques Naturales Regionales, Distritos de Manejo Integrado, Distritos de Conservación de Suelos, Áreas de Recreación, Reservas Naturales de la Sociedad Civil, áreas de manglares, AICAS, áreas declaradas como zonas Ramsar, áreas protegidas públicas y privadas definidas en el Decreto 2372 de 2010.
- Análisis de fragmentación de hábitat y pérdida de conectividad ecológica de los ecosistemas.
- Tipo y área de coberturas vegetales a intervenir y/o a afectar.
- Estimado de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales renovables y el medio ambiente (aprovechamiento forestal).
- Reporte de especies con prioridad de conservación: amenazadas (En Peligro Crítico -CR-), (En Peligro -EN-), (Vulnerable -VU-), (Casi Amenazado -NT-); (Preocupación Menor -LC-), Datos Insuficientes -DD-), (No Evaluado -NE-)), migratorias, endémicas, en veda y listadas en CITES.

- Análisis de afectación del recurso hídrico superficial y subterráneo, en relación con el tipo de ecosistema presente en el área de estudio.
- Potencial afectación sobre los ecosistemas acuáticos como consecuencia de la construcción de puentes, alcantarillas y otras estructuras de cruce.
- Factores de compensación por pérdida de biodiversidad²¹.

10.2.3 Criterios relacionados con el medio socioeconómico

- Grado de dependencia (alto, medio y bajo) del recurso hídrico superficial y subterráneo por parte de la población.
- Existencia de áreas donde el proyecto pueda generar conflictos con el uso del agua superficial y subterránea.
- Densidad poblacional de las unidades territoriales.
- Existencia de sitios de interés histórico, cultural, arquitectónico y arqueológico, declarados como parques arqueológicos, patrimonio histórico nacional o patrimonio histórico de la humanidad, o aquellos yacimientos arqueológicos que por la singularidad de sus contenidos culturales ameriten ser preservados para la posteridad.
- Proyectos de desarrollo nacional, regional y local, distritos de riego y áreas de expansión urbana.
- Áreas de producción económica (ganadera, agrícola, pesquera, minera, entre otras).
- Predominancia por tamaño de predios (pequeña, mediana y gran propiedad²²) estimados que se impactarían en cada alternativa y comparación respecto a la Unidad Agrícola Familiar -UAF-, definida para el municipio.
- Estimativo de unidades sociales (residentes, productivas y mixtas) e infraestructura social y comunitaria, susceptibles de ser objeto de desplazamiento de población, de actividades económicas y de instituciones.
- Grado de afectación (alto, medio y bajo) en conectividad: movilidad de la población, incluyendo las diferentes modalidades tradicionales (vehicular, fluvial, animal, peatonal, entre otros) y la accesibilidad a predios, veredas e infraestructura social y comunitaria.
- Percepción de las comunidades (étnicas y no étnicas) y autoridades respecto a cada una de las alternativas planteadas: acuerdo, desacuerdo o indiferencia, con base,

²¹ Se sugiere que para este análisis se utilice la cartografía oficial de ecosistemas, biomas y distritos biogeográficos de Colombia, de forma que se obtengan las unidades Ecosistema/Distrito biogeográfico para homologarlas con las definidas en el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad para el área de estudio, estableciendo los valores probables a compensar por cada alternativa.

²² Corresponde a la categoría de distribución de la propiedad. Anexo 1. Metodología y tratamiento de la Información, Atlas de la Propiedad Rural en Colombia. IGAC, Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2012.

entre otros, en los resultados de la aplicación de los lineamientos de participación y socialización con las comunidades.

- Cruces con áreas de interés social, económico, cultural, arqueológico o territorios de uso restringido.
- Presencia de comunidades étnicas (actual y en proceso de constitución o ampliación), de territorios colectivos o reservas campesinas constituidas.

10.2.4 Criterios generales

Para todos los medios (abiótico, biótico y socioeconómico) se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Resultado del análisis de riesgos realizado para cada una de las alternativas analizadas.
- Zonificación ambiental.
- Identificación de impactos potenciales (incluyendo los acumulativos y sinérgicos).
- Resultado del análisis costo-beneficio ambiental de las alternativas.
- Compatibilidad del proyecto con los usos del suelo establecidos en los instrumentos de ordenamiento territorial.
- Aspectos tecnológicos y/o constructivos relacionados con la prevención y/o minimización de impactos ambientales (si aplica).

A partir del análisis anterior, se debe seleccionar y justificar mediante el análisis de sensibilidad, la alternativa más favorable ambientalmente para el desarrollo del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

[1] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Decreto 1076 “*Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*”. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

[2] Adaptado de: COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 de 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.

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

[4] Tomado del glosario de términos del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) 2000. Disponible en <<https://www.cbd.int/invasive/terms.shtml>>.

[5] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). s. f.

[6] COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA – DANE-. Conceptos Básicos. Disponible en <http://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf>. Consultado 20 de agosto de 2013.

[7] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesoro Ambiental para Colombia. [Tesoro]. s.l. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s.f. Disponible en <<http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>>

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

[9] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[10] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – Manual para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de túneles de carretera. Primera edición 2015.

[11] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Decreto 1076 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

[12] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 99 DE 1993. “*Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA y se dictan otras disposiciones*”. Bogotá: Congreso de la República, 1993.

[13] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). s.l. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. s.f.

[14] Biología. Curtis H., Barnes S., Schnek A. y Massarini A. 7ª Edición. Editorial Médica Panamericana, 2015.

[15] Adaptado de: De GROOT, R.S., 1992. Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making. Wolters Noordhoff, Groningen.

- Daily, G.C., 1997. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington.

- Morris, P. & Therivel, R. 2009. Methods of Environmental Impact Assessment, Tercera Edición. Routledge. Londres.

[16] Adaptado de: NEBEL, B. J. y WRIGTH, R. T. 1999. Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible. (Ed) Pearson Educación Sexta Edición. 698 páginas ISBN 970-17-0233-6.

[17] GRUPO BANCO MUNDIAL. Cumulative Impact Assessment and Management: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets. s.l. Corporación Financiera Internacional- IFC. 2013.

[18] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Decreto 1076 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

[19] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente, AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental. Bogotá, 2017.

Términos de Referencia – DAA – Proyectos lineales de infraestructura de transporte (vías carreteras y líneas férreas)

[20] Adaptado de: Gómez Orea, D., 2002. Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental (2nd ed.). Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa.

- Conesa, V., 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4th ed., p. 90). Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Raiter, K. G., Possingham, H. P., Prober, S. M., y Hobbs, R. J., 2014. Under the radar: mitigating enigmatic ecological impacts. *Trends in Ecology and Evolution*, 29(11), 635–644. doi:10.1016/j.tree.2014.09.003 Ray, Debraj (2002). *Economía del Desarrollo*. Edición en castellano: Antoni Bosch. Editor S.A., Barcelona.

[21] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesoro Ambiental para Colombia. [Tesoro]. s./l. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s.f. Disponible en <<http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>>

[22] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

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

[24] Adaptado de: COLOMBIA. SENADO DE LA REPÚBLICA. Ley 1682 del 2013. “*Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias*”. Bogotá: Senado de la República. 2013.

[25] 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.

[26] 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.

[27] Tomado de SANDIA, L. A. y HENAO, A. Sensibilidad Ambiental y Sistemas de Información Geográfica. Proyecto Sistemas Ambientales Venezolanos: VEN/79/001. Metodologías para la elaboración de los mapas de vegetación, uso potencial, agrícola. Caracas. MARNR. Dirección general sectorial de planificación y ordenamiento del ambiente. 1983.

[28] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[29] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[30] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[31] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012.

[32] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Política para la Gestión Sostenible del Suelo. Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016.

[33] Adaptado de: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Agenda 21. Disponible en <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter34.htm>. 1992

[34] COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – Manual para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de túneles de carretera. Primera edición 2015.

[35] COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES, hoy AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA – Resolución 545 de 2008 *“Por la cual se definen los instrumentos de gestión social aplicables a proyectos de infraestructura desarrollados por el Instituto Nacional de Concesiones y se establecen criterios.*

[36] COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES, hoy AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA – Resolución 545 de 2008 *“Por la cual se definen los instrumentos de gestión social aplicables a proyectos de infraestructura desarrollados por el Instituto Nacional de Concesiones y se establecen criterios.*

[37] COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES, hoy AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA – Resolución 545 de 2008 *“Por la cual se definen los instrumentos de gestión social aplicables a proyectos de infraestructura desarrollados por el Instituto Nacional de Concesiones y se establecen criterios.*

Términos de Referencia – DAA – Proyectos lineales de infraestructura de transporte (vías carreteras y líneas férreas)

[38] 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.

[39] Adaptado de: COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Tesoro Ambiental para Colombia. [Tesoro]. s.l. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Centro de Referencia y documentación. s.f. Disponible en <<http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/>>