MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES

METODOLOGÍA GENERAL PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES

BOGOTÁ D. C.
2026

Ambiente

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 10

LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS 19

GLOSARIO 24

I. CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES 45

1. LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES 45

2. FUENTES DE INFORMACIÓN 60

3. ESPECIFICACIONES DOCUMENTALES DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES 71

3.1 PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO 71

3.2 ESPECIFICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO 72

3.2.1 FORMATOS DE ARCHIVOS 72
3.2.2 PERMISOS Y RESTRICCIONES EN ARCHIVOS 74
3.2.3 METADATOS 74
3.2.4 DENOMINACIÓN DE ARCHIVOS 74
3.2.5 CLASIFICACIÓN O AGRUPACIÓN DE INFORMACIÓN 75
3.2.6 PROGRAMA DE COMPRESIÓN DE ARCHIVOS 76
3.2.7 MEDIO DE CARGUE DE ARCHIVOS Y ENVÍO DE SOLICITUDES 76
3.2.8 HORARIOS DE ATENCIÓN Y CANAL DE INTERNET 78

4. ESPECIFICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y CARTOGRÁFICA 78

4.1 CAPTURA DE INFORMACIÓN 79

4.1.1 MODELO DE ALMACENAMIENTO GEOGRÁFICO (MAG) 80
4.1.2 INFORMACIÓN TIPO RÁSTER 81

4.2 ENTREGA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y CARTOGRÁFICA 81

II. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS 84

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 86

2. ÁREA DE ESTUDIO 87

3. LINEAMIENTOS DE PARTICIPACIÓN CON LOS GRUPOS DE INTERÉS 91

3.1 CARACTERÍSTICAS Y ALCANCES DE LA PARTICIPACIÓN 93

3.2 FASES DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN 96
3.2.1 PLANEACIÓN 96
3.2.2 EJECUCIÓN DE LOS ESPACIOS DE PARTICIPACIÓN 99
3.2.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS 101

3.3 SOPORTES Y EVIDENCIAS DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN 101

3.4 MECANISMOS VIRTUALES PARA LA PARTICIPACIÓN 103

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 104

4.1 MEDIO ABIÓTICO 108
4.1.1 GEOLÓGICO 108
4.1.2 EDAFOLÓGICO Y USOS DE LA TIERRA 110
4.1.3 HIDROLÓGICO 112
4.1.4 OCEANOGRÁFICO 116
4.1.5 HIDROGEOLÓGICO 116
4.1.6 ATMOSFÉRICO 117

4.2 MEDIO BIÓTICO 121
4.2.1 ECOSISTEMAS TERRESTRES 123
4.2.2 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS 125

4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 126
4.3.1 DEMOGRÁFICO 127
4.3.2 ESPACIAL 127
4.3.3 ECONÓMICO 128
4.3.4 CULTURAL 129
4.3.5 ARQUEOLÓGICO Y PATRIMONIO CULTURAL 129
4.3.6 POLÍTICO-ORGANIZATIVO 130
4.3.7 TENDENCIAS DEL DESARROLLO 130
4.3.8 CONFLICTIVIDAD SOCIOAMBIENTAL 131
4.3.9 INFORMACIÓN PRELIMINAR SOBRE REASENTAMIENTO INVOLUNTARIO DE POBLACIÓN 131

4.4 ÁREAS DE ESPECIAL INTERÉS AMBIENTAL (AEIA) 132

4.5 PAISAJE 132

5. ANÁLISIS DE RIESGOS 133

6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL 135

7. DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS 136

7.1 ESCENARIOS PROSPECTIVOS 139

8. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO AMBIENTAL DE LAS ALTERNATIVAS 140

9. EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS 142

9.1 GENERALIDADES DE LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO 143

9.2 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO 145

9.2.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y TEÓRICAS DE LOS MÉTODOS DE EMC 145

9.2.2 PROCEDIMIENTO PARA SELECCIONAR EL MÉTODO DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO MÁS APROPIADO AL DAA 149

9.3 LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS EVALUACIONES MULTICRITERIO EN EL MARCO DE LOS DAA 156

9.3.1 CONOCER EL CONTEXTO DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL COMO PROCESO DE TOMA DE DECISIONES 156

9.3.2 IDENTIFICAR LAS ALTERNATIVAS 157

9.3.3 ESTABLECER LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN 158

9.3.4 EJECUTAR EL PROCEDIMIENTO DE EMC DEL MÉTODO SELECCIONADO 160

9.3.5 EJECUTAR UN ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 164

9.3.6 FORMULAR AJUSTES A LAS ALTERNATIVAS 165

9.3.7 REPETIR LA EMC HASTA OBTENER UNA BUENA EVALUACIÓN 165

9.4 CRITERIOS PARA LA COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS 166

9.4.1 CRITERIOS RELACIONADOS CON EL MEDIO ABIÓTICO 167

9.4.2 CRITERIOS RELACIONADOS CON EL MEDIO BIÓTICO 168

9.4.3 CRITERIOS RELACIONADOS CON EL MEDIO SOCIOECONÓMICO 169

9.4.4 CRITERIOS DE TIPO GENERAL 171

III. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 172

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 173

2. ÁREA DE INFLUENCIA 176

2.1 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 182

2.2 LINEAMIENTOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL MEDIO ABIÓTICO 190
2.2.1 HIDROLÓGICO 191
2.2.2 ATMOSFÉRICO 192

2.3 LINEAMIENTOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL MEDIO BIÓTICO 194
2.3.1 VERIFICACIÓN DE LA POSIBILIDAD DE QUE UNA UNIDAD DE ANÁLISIS SEA IMPACTADA 195
2.3.2 DETERMINACIÓN DEL ALCANCE DE LA MANIFESTACIÓN DE LOS IMPACTOS 195
2.3.3 CONECTIVIDAD ECOLÓGICA 199

2.4 LINEAMIENTOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO 203

2.5 LINEAMIENTOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA REFERIDA AL PAISAJE 206

3. LINEAMIENTOS DE PARTICIPACIÓN CON LOS GRUPOS DE INTERÉS 207

3.1 CARACTERÍSTICAS Y ALCANCES DE LA PARTICIPACIÓN 209

3.2 FASES DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN 215
3.2.1 PLANEACIÓN 215
3.2.2 EJECUCIÓN DE LOS ESPACIOS DE PARTICIPACIÓN 219
3.2.3 ANÁLISIS Y COMUNICACIÓN DE RESULTADOS 221

3.3 SOPORTES Y EVIDENCIAS DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN 223

3.4 MECANISMOS VIRTUALES PARA LA PARTICIPACIÓN 225

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 226

4.1 MEDIO ABIÓTICO 230
4.1.1 GEOLÓGICO 230

4.1.2 EDAFOLÓGICO 238
4.1.3 USO DE LAS TIERRAS 242
4.1.4 HIDROLÓGICO 243
4.1.5 HIDROGEOLÓGICO 252
4.1.6 OCEANOGRÁFICO 260
4.1.7 ATMOSFÉRICO 265

4.2 MEDIO BIÓTICO 271
4.2.1 ECOSISTEMAS 273
4.2.2 ECOSISTEMAS TERRESTRES 274
4.2.3 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES Y MARINO-COSTEROS 308

4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 320
4.3.1 INFORMACIÓN DE CONTEXTO 320
4.3.2 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO 323

4.4 ÁREAS DE ESPECIAL INTERÉS AMBIENTAL (AEIA) 340

4.5 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 341
4.5.1 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA CARACTERIZAR LOS SSEE 343
4.5.2 LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS SSEE ASOCIADOS AL SUELO 347
4.5.3 INFORMACIÓN DE LOS SSEE A PRESENTAR 348

4.6 PAISAJE 358

5. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL 361

6. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES 366

6.1 CONCESIÓN DE AGUA SUPERFICIAL 367

6.2 EXPLORACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA 368

6.3 CONCESIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA 369

6.4 PERMISO DE VERTIMIENTO 372

6.5 OCUPACIÓN DE CAUCES, PLAYAS Y LECHOS 378

6.6 APROVECHAMIENTO FORESTAL 380

6.7 PERMISO DE EMISIÓN ATMOSFÉRICA 382
6.7.1 EMISIÓN DE CONTAMINANTES DEL AIRE – FUENTES DE EMISIÓN 383

6.7.2 MODELO DE DISPERSIÓN 384

6.8 PERMISO DE CAZA DE FOMENTO 392
6.8.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE PRETENDE LLEVAR A CABO LA CAZA DE FOMENTO 393
6.8.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN ACTUAL SOBRE LAS POBLACIONES NATURALES EN EL PAÍS 393
6.8.3 ELABORACIÓN DEL ESTUDIO PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD BIOLÓGICA DE LA CAZA DE FOMENTO 393
6.8.4 DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES Y CANTIDAD DE ESPECÍMENES QUE COMPONDRÁN LA POBLACIÓN PARENTAL 397
6.8.5 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SELECCIÓN DE ESPECÍMENES, DE CAZA Y DE CAPTURA A EMPLEAR, SEÑALANDO LA ÉPOCA DE EJECUCIÓN DE ESTAS LABORES 398
6.8.6 DELIMITACIÓN DE LOS LUGARES EN LOS QUE SE PROPONE CAPTURAR LOS ESPECÍMENES PARA LOS CUALES SE SOLICITA EL PERMISO 398

7. EVALUACIÓN AMBIENTAL 399

7.1 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL 400
7.1.1 DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO. 402
7.1.2 DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO. 402

7.2 LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL 404
7.2.1 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 405
7.2.2 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 409

7.3 LINEAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO 412

7.4 LINEAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO 412
7.4.1 DETERMINACIÓN EN EL ESCENARIO CON PROYECTO 413
7.4.2 VALORACIÓN EN EL ESCENARIO CON PROYECTO 414
7.4.3 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS NEGATIVOS 420
7.4.4 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES RESIDUALES ACUMULATIVOS Y SINÉRGICOS 423

7.5 ESCENARIOS PROSPECTIVOS 426
7.5.1 RUIDO 426
7.5.2 PAISAJE 431
7.5.3 OCEANOGRAFÍA 432

8. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL 432
8.1.1 ETAPAS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL EIA 433
8.1.2 ETAPAS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL EN EL PROCESO DE MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL 438

9. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL 440

10. PLANES Y PROGRAMAS 448

10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 450
10.1.1 CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS PARA LA FORMULACIÓN DE MEDIDAS 456
10.1.2 PROGRAMA DE REASENTAMIENTO INVOLUNTARIO DE POBLACIÓN 459

10.2 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO 462

10.3 DIMENSIÓN AMBIENTAL DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO 466
10.3.1 CONOCIMIENTO DEL RIESGO 466
10.3.2 REDUCCIÓN DEL RIESGO 471
10.3.3 MANEJO DE LA CONTINGENCIA 472

10.4 PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y CIERRE AMBIENTAL 474

10.5 PLAN DE INVERSIÓN DE NO MENOS DEL 1% 477

10.6 PLAN DE COMPENSACIONES DEL MEDIO BIÓTICO EN EL MARCO DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL 477

10.7 PLAN DE GESTIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO 477
10.7.1 INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 479
10.7.2 CONSIDERACIONES PARA LA MITIGACIÓN DE GEI 481
10.7.3 CONSIDERACIONES PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 484

BIBLIOGRAFÍA 493

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO 512

BIBLIOGRAFÍA GLOSARIO 514

INTRODUCCIÓN

Según preceptos constitucionales es deber del Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución, así como para prevenir y controlar los aspectos que generan deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Es igualmente su deber, proteger la diversidad e integridad ambiental y conservar las áreas de especial importancia ecológica.

Asimismo, la Constitución Política resalta que el ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en ella a los ciudadanos implica responsabilidades, entre las cuales está la de proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano, el cual constituye un derecho de todas las personas. Esta responsabilidad cobra especial relevancia y exige el compromiso de quienes adelantan proyectos, obras o actividades que puedan generar deterioro grave al ambiente, a los recursos naturales renovables o al paisaje.

En atención a la Declaración de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo establecida en 1992, Colombia orienta su proceso de desarrollo económico y social de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible promulgados en la misma. En la ley ambiental colombiana se establecen éstos y otros principios como fundamento para la formulación de las políticas ambientales, siendo los siguientes, de especial relevancia en el marco del licenciamiento ambiental:

i) La biodiversidad, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, debe ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

ii) Cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del ambiente (principio de precaución).

iii) Con el propósito de prevenir, corregir y restaurar el deterioro ambiental, y conservar los recursos naturales renovables, se debe fomentar la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos.

iv) El paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido.

v) La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado y,

vi) Como instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el ambiente natural o artificial, se emplearán los estudios de impacto ambiental.

Complementariamente, en razón a la ratificación del Acuerdo de Escazú (2018) por parte de Colombia, el marco legal del país en asuntos ambientales fortalece los derechos de acceso a la información, participación pública y justicia ambiental, así como la protección de los defensores ambientales, consolidando un enfoque participativo y transparente en la gestión ambiental. Esta estructura hace parte del enfoque en derechos humanos que, en el ámbito ambiental colombiano en general y en el del licenciamiento ambiental en particular, se desprende del derecho de las personas a gozar de un ambiente sano y que se materializa a través los deberes y las responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso.

Al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como ente rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, se le ha encargado la labor de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con los ecosistemas y definir las políticas y regulaciones a las que se deben someter la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar su desarrollo sostenible.

En este sentido, el artículo 49 de la Ley 99 de 1993, establece que los proyectos, obras o actividades que puedan generar deterioro grave al ambiente, a los recursos naturales renovables o al paisaje, requieren licencia ambiental para su ejecución.

El licenciamiento ambiental no se reduce únicamente al otorgamiento de una autorización, es un proceso integral que está dirigido a prevenir daños irreversibles, asegurar que los propósitos que se buscan con la ejecución de un proyecto, obra o actividad se alcancen empleando alternativas de bajo impacto ambiental, optimizar la toma de decisiones y garantizar, de acuerdo con la Constitución Política, la participación de los grupos de interés que puedan ser afectados por la toma de decisiones que tengan implicaciones ambientales que afecten su derecho a gozar de un ambiente sano.

Asimismo, el proceso de licenciamiento ambiental determina que los proyectos, obras o actividades que por su naturaleza puedan generan impactos significativos negativos, son objeto de evaluación por parte de las autoridades ambientales competentes, y establece que aquellos proyectos que se califiquen como ambientalmente viables, se planifiquen, ejecuten, operen y desmantelen (en caso de requerirse) aplicando medidas que, en estricto orden, estén dirigidas a prevenir,

mitigar, corregir y solo en última instancia, compensar, los impactos ambientales negativos que puedan ocasionar.

Es fundamental señalar que el proceso de licenciamiento ambiental no concluye con la decisión de otorgar o negar una licencia, comprende también, el proceso de toma de decisión durante el seguimiento y control ambiental de los proyectos que han sido autorizados. Así, durante la ejecución y operación de un proyecto, obra o actividad se hace seguimiento tanto a los planes ambientales aprobados en la licencia como a las dinámicas ambientales que se desencadenan con motivo del desarrollo del proyecto, con el propósito decidir oportunamente sobre la necesidad de emprender acciones adicionales para gestionar todos los impactos ambientales negativos generados por la ejecución del proyecto, obra o actividad, incluyendo aquellos que no hayan sido previstos.

Resulta importante resaltar dos aspectos del licenciamiento ambiental y de la metodología que orienta la elaboración de los estudios en los que se apoya: primero, que responden a un proceso que busca evitar el desarrollo de proyectos, obras o actividades que generen impactos ambientales negativos significativos sin la supervisión y planificación del Estado y segundo, que persiguiendo este fin no retrasan o constituyen óbice del desarrollo económico, y que por el contrario, abordados de manera completa, oportuna e integrada a la planeación de los proyectos, representan ahorros de tiempo y recursos económicos en la medida que optimizan el uso de información, contribuyen a hacer más eficientes los procesos, evitan multas y sanciones, y previenen impactos ambientales negativos significativos que pueden conllevar costos para la sociedad en su conjunto.

Con el fin de materializar todos estos propósitos, el licenciamiento ambiental se ha consolidado como un proceso de toma de decisión de varias etapas que se soporta en un conjunto ordenado y articulado de regulaciones, procedimientos y herramientas técnicas y tecnológicas expedidas o aprobadas por Minambiente. Dentro de este proceso, la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, en adelante MGEPEA, constituye la herramienta que soporta la etapa de formulación de los estudios ambientales.

En este sentido la MGEPEA establece el conjunto de orientaciones metodológicas ordenadas y jerarquizadas que facilitan a quien está interesado en desarrollar un proyecto, obra o actividad sujeto de licenciamiento ambiental, el proceso de elaboración y presentación de los estudios ambientales que exige la normativa colombiana; estas orientaciones, aplicadas de acuerdo con las particularidades de cada proyecto obra o actividad, se complementan con lo establecido en los términos

de referencia[1] para asegurar que los estudios ambientales contengan la información suficiente y necesaria que las autoridades ambientales requieren para tomar decisiones frente al desarrollo de los proyectos, basadas en evidencia y con total transparencia, eficiencia y objetividad.

Así, se ha previsto que en los términos de referencia se establezca qué información requiere la autoridad ambiental para tomar decisiones sobre determinado tipo de proyecto, obra o actividad o sus alternativas y que en la MGEPEA se defina cómo obtener dicha información. Es importante tener presente que sólo se deben desarrollar las orientaciones metodológicas de la MGEPEA que apliquen, es decir, sólo se deben abordar aquellos lineamientos que permitan determinar diferencias entre alternativas y hacer una selección de éstas o bien, determinar la viabilidad ambiental de los proyectos, obras o actividades a partir de los impactos que se generarían con su ejecución.

De acuerdo con el artículo 2.2.2.3.3.2. del Decreto 1076 de 2015, los estudios ambientales deben ser presentados de conformidad con la MGEPEA, la cual constituye una herramienta de obligatorio cumplimiento, tanto para aquellos estudios ambientales que soportan solicitudes de licencia de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), como para aquellos que soportan solicitudes de competencia de las demás autoridades ambientales. Cada autoridad ambiental debe tener pleno conocimiento del contenido de la MGEPEA en la medida que ésta establece una parte importante de las directrices que se imparten a los usuarios (complementarias de las definidas en los términos de referencia), para la elaboración de los estudios ambientales que ellas deben evaluar.

La forma en que se presentan los estudios ambientales no corresponde necesariamente al orden en el que se genera la información ni a la secuencia con la que se toman las decisiones, corresponde a un orden establecido para facilitar y agilizar las labores de evaluación; así, por ejemplo, puede que las características definitivas de un proyecto sólo se establezcan al concluir la evaluación de los impactos ambientales que generan las múltiples alternativas mediante las cuales es factible ejecutarlo, aunque los estudios ambientales soliciten describir el proyecto al comienzo de los documentos.

[1] Los términos de referencia constituyen los requerimientos de información generales que se establecen para orientar la elaboración de los estudios ambientales de los proyectos, obras o actividades sujetas a licenciamiento ambiental y que deben ser presentados ante la autoridad ambiental competente para su evaluación; la expedición de términos de referencia genéricos está a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y en caso de que éstos no hayan sido proferidos, las autoridades ambientales, de acuerdo con sus competencias, deben establecer unos específicos para cada caso particular.

La información juega un papel fundamental en el proceso de licenciamiento ambiental en la medida que soporta la toma de decisiones, por lo tanto, constituye uno de los elementos centrales que se abordan en los estudios ambientales a los que se refiere la MGEPEA. Durante la elaboración de los estudios ambientales se debe generar, obtener, procesar, tabular, analizar y presentar la mejor información disponible, de tal forma que se tenga la mayor certeza posible respecto de las diferencias entre las implicaciones ambientales de las alternativas, de los impactos ambientales que la ejecución del proyecto, obra o actividad puede generar, así como de rigurosidad de las medidas de manejo que se plantean para su gestión, de tal forma que la autoridad ambiental competente minimice la posibilidad de otorgar licencia a un proyecto cuyos impactos generen dinámicas ambientales insostenibles o de negarla, a un proyecto viable desde el punto de vista ambiental cuyos impactos puedan ser prevenidos, mitigados, corregidos y compensados de manera adecuada.

El flujo oportuno de información en todas las etapas del proyecto y entre las diferentes instancias de toma de decisión permite, por una parte, alertar, tomar decisiones oportunas y mantener la gestión de los impactos ambientales negativos dentro del marco previsto en la licencia ambiental, previniendo la manifestación de impactos negativos significativos adicionales a los inherentes a los proyectos, y por otra, evitar multas, suspensiones o la revocatoria de la licencia, propiciando que la ejecución del proyecto se realice de forma normal.

La disponibilidad y uso de información pertinente, de calidad y oportuna, son esenciales en todas las etapas de la planificación, ejecución, evaluación y seguimiento de proyectos, inclusive desde las instancias más tempranas de concepción y estructuración, viabilizando en tal momento la incorporación de consideraciones ambientales y de desarrollo sostenible para establecer y evaluar alternativas de ubicación, trazado, ingeniería, tecnología y diseño que orienten la decisión de seleccionar aquella alternativa o conjunto de alternativas que ofrezcan el mejor balance ambiental neto. Prescindir en instancias tempranas de proyectos o alternativas que no son ambientalmente responsables, contribuye a minimizar la pérdida de tiempo y de recursos económicos que se invierten en la estructuración de este tipo de proyectos. Por lo tanto, el proceso de licenciamiento ambiental, fundamentado en la mejor información disponible, no sólo permite ejecutar proyectos ambientalmente responsables e implementar buenas y mejores prácticas ambientales, sino también, constituye una herramienta para asegurar buenas inversiones y la productividad de éstas.

De acuerdo con lo previsto en la Ley ambiental y sus reglamentos, las competencias para evaluar los estudios ambientales y para otorgar, negar y realizar todas las

actuaciones administrativas en el proceso de licenciamiento ambiental, están definidas de conformidad con las características de cada proyecto, obra o actividad y asignadas a la ANLA, las corporaciones autónomas regionales y las de desarrollo sostenible, los municipios, distritos y áreas metropolitanas cuya población sea superior a un millón de habitantes dentro de su perímetro urbano y las autoridades ambientales creadas mediante la Ley 768 de 2002, según corresponda.

Otro aspecto de suma relevancia asociado al proceso de licenciamiento ambiental y resaltado en la MGEPEA como lineamiento para la elaboración de los estudios ambientales, es la necesidad de emprender acciones, durante las diferentes etapas de dicha elaboración, que garanticen una convocatoria amplia y suficiente y que motiven la participación de las comunidades que se puedan ver afectadas por la ejecución de un proyecto, obra o actividad. Esta orientación busca el desarrollo de los mandatos de la Constitución Política, así como cumplir con el principio 10 de la Declaración de Río y lo establecido en otros tratados internacionales[2] e implica adoptar un enfoque diferencial que capte las particularidades de los grupos de interés y de acuerdo con ello, ponga a su disposición información pertinente, clara, oportuna y comprensible sobre las características, los beneficios y los impactos que pueda generar el proyecto, obra o actividad, para que en efecto, basados en la comprensión de esta información, se les permita contribuir a la toma de decisiones.

En este mismo sentido, la MGEPEA busca que durante la elaboración de los estudios ambientales se reconozca que los impactos ambientales de los proyectos, obras o actividades pueden generar o exacerbar conflictos socioambientales, intensificar situaciones de injusticia ambiental[3] o propiciar escenarios de riesgo o vulneración de derechos humanos.

Por este motivo, es necesario que los estudios ambientales se formulen aplicando tanto el principio de debida diligencia en materia de derechos humanos, como el deber de respeto a los derechos humanos que le corresponde a sus desarrolladores; en este sentido, estos documentos deben señalar qué riesgos e impactos negativos a los derechos humanos se pueden derivar de los impactos ambientales del proyecto y argumentar cómo las medidas de manejo contribuyen

[2] Los tratados internacionales ratificados por Colombia mediante la Ley 22 de 1981, la Ley 74 de 1968, la Ley 51 de 1981, la Ley 70 de 1986, la Ley 12 de 1992, la Ley 1346 de 2009 y la Ley 2273 de 2022, implican obligaciones para el Estado en materia de participación.

[3] Considerando que la justicia ambiental, según la Sentencia T-294 de 2014, puede ser entendida como el "*tratamiento justo y la participación significativa de todas las personas independientemente de su raza, color, origen nacional, cultura, educación o ingreso con respecto al desarrollo y la aplicación de las leyes, reglamentos y políticas ambientales".*

en la prevención y mitigación de tales riesgos e impactos[4]. Con este propósito, también resulta importante considerar las realidades y el contexto del conflicto armado interno, los diferentes tipos de violencia, la inequidad económica y el conflicto social.

La gestión eficaz de dicha información permite por un lado, que las entidades responsables emprendan acciones integrales para prevenir y manejar las posibles situaciones de riesgo o vulneración de derechos humanos, y por el otro, que en los estudios ambientales se incorporen medidas de manejo capaces de prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales que subyacen estas dinámicas y que contribuyan, en el marco de las responsabilidades del solicitante de la licencia ambiental, al respeto de los derechos humanos.

Es decir, la MGEPEA procura que en la elaboración de los estudios ambientales se implementen los valores y principios de los derechos humanos para lograr un conocimiento holístico de los grupos de interés, se incorporen sus aportes a los estudios y se planteen medidas de manejo que, además de procurar la integridad ambiental del territorio y el derecho a gozar de un ambiente sano, contribuyan a la provención de conflictos, a la prevención de los riesgos e impactos negativos a los derechos humanos y a la labor de las entidades encargadas de velar por su protección.

Los estudios ambientales a los cuales va dirigida la MGEPEA son el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) y el Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Aunque estos estudios ambientales tienen diferentes propósitos y alcances, en términos generales buscan conjugar el conocimiento de las características ambientales de la zona en la cual se pretende desarrollar un proyecto, obra o actividad sujeto a licenciamiento ambiental, con el de las características propias de dicho proyecto, obra o actividad o sus alternativas de ejecución, con el fin de prever los impactos ambientales que puedan ocasionar, y obrar en consecuencia a fin de prevenirlos, mitigarlos, corregirlos y compensarlos.

El DAA es un estudio ambiental que busca aportar la información necesaria y suficiente para evaluar, comparar y seleccionar la alternativa o conjunto de alternativas de ejecución de un proyecto, obra o actividad que permitan la

[4] Este lineamiento desarrolla las directrices de la Resolución No. 3 de 2021 de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (publicada por CIDH & REDESCA en 2021) sobre la debida diligencia en materia de derechos humanos, así como las determinaciones que sobre esta materia ha fijado la Corte Constitucional en las sentencias SU-123 de 2018, T-375 de 2023 y SU-196 de 2023.

optimización y racionalización en el uso de los recursos y eviten o minimicen los impactos ambientales significativos que puedan generarse.

Además de un análisis ambiental comparativo de las diferentes opciones, este estudio ambiental debe contemplar los impactos ambientales y riesgos que se puedan suscitar, así como las *posibles* soluciones y medidas de control y de mitigación que se deban implementar para cada alternativa. Con el propósito de que la autoridad ambiental seleccione la mejor alternativa o alternativas dentro de un conjunto de opciones responsables desde el punto de vista ambiental, las alternativas planteadas no deben restringirse a opciones de trazado o de emplazamiento, tienen que contemplar adicionalmente consideraciones tecnológicas (constructivas, de ingeniería, de maquinaria, de materiales e insumos, entre otras) y de diseño, pues un proyecto, obra o actividad que resulte ambientalmente inviable aplicando una determinada tecnología, puede resultar viable haciendo uso de otras.

El EIA es el estudio ambiental que constituye el instrumento básico mediante el cual las autoridades ambientales deciden si desde el punto de vista ambiental es viable un proyecto, obra o actividad sujeto a licenciamiento ambiental. Entre sus objetivos fundamentales están el describir el área de influencia, determinar y valorar los impactos ambientales que puede generar el proyecto, obra o actividad, y formular las medidas de manejo de acuerdo con la naturaleza de los impactos negativos, especificando cómo prevenirlos, mitigarlos, corregirlos o compensarlos.

La MGEPEA, como parte del proceso de licenciamiento ambiental, contribuye a facilitar y optimizar el proceso de elaboración y presentación de estudios ambientales, su posterior evaluación, y finalmente, la toma de decisiones asociada; con estos propósitos se constituye en un complemento armónico de los términos de referencia, estos últimos dirigidos a señalar los requerimientos de información, en tanto la MGEPEA establece orientaciones generales para el levantamiento, procesamiento, análisis y generación de la información de cada tipo de estudio ambiental, siendo cuidadosa de señalar los principales conceptos involucrados en el proceso de elaboración y presentación de estudios ambientales. Los lineamientos metodológicos considerados en la MGEPEA deben ser aplicados de acuerdo con las particularidades de cada proyecto, obra o actividad.

La MGEPEA se encuentra organizada en tres capítulos: el primero (I) de ellos es general, aplica a todos los estudios ambientales y señala los lineamientos generales para su elaboración, relaciona las fuentes de información a emplear y establece las especificaciones documentales y de presentación de información geográfica y cartográfica que se han de seguir para la presentación de los estudios ambientales a fin de asegurar su compatibilidad con el Modelo de Almacenamiento Geográfico

(MAG); el segundo (II) determina las especificaciones técnicas que se deben tener en consideración para elaborar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas y; el tercero (III) dispone las especificaciones técnicas necesarias para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental.

Se recomienda abordar la lectura de este documento siguiendo en orden sus capítulos; sin embargo y según las necesidades puntuales del estudio ambiental que se desee elaborar, es posible abordar los capítulos de manera independiente cuidando de atender las consideraciones generales planteadas en el primer capítulo.

LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

APPA: Área de Protección de la Producción de Alimentos

ACB: Análisis Costo Beneficio

ADR: Agencia de Desarrollo Rural

AEIA: Área de Especial Interés Ambiental

Agrosavia: Corporación colombiana de investigación agropecuaria

AICA: Área Importante para la Conservación de las Aves

ANH: Agencia Nacional de Hidrocarburos

ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

ANM: Agencia Nacional de Minería

ANSPE: Agencia Nacional para la Superación de la Pobreza Extrema

ANT: Agencia Nacional de Tierras

Aunap: Autoridad nacional de acuicultura y pesca

CCCP: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico

CCO: Comisión Colombiana del Océano

CFRS: Climate Forecast System Reanalysis (Sistema de Reanálisis de Pronóstico del Clima)

CIOH: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe

Cites: Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres

COI: Comisión Oceanográfica Intergubernamental

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Cormagdalena: Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena

DAA: Diagnóstico Ambiental de Alternativas

DANCP: Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho

Dimar: Dirección general marítima

DNP: Departamento Nacional de Planeación

EAV: Elemento Ambiental Valorado

EEA: Evaluación Económica Ambiental

EIA: Estudio de Impacto Ambiental

EMC: Evaluación Multicriterio

EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial

ERA: Evaluación Regional del Agua

Funias: Formulario único nacional para inventario de puntos de agua subterránea

GEI: Gas de Efecto Invernadero

ICANH: Instituto Colombiano de Antropología e Historia

ICN: Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia

Ideam: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IIAP: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann

Instituto Humboldt: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt

Instituto Sinchi: Instituto amazónico de investigaciones científicas Sinchi

Invemar: Instituto de investigaciones marinas y costeras “José Benito Vives de Andréis”

IRH: Índice de Retención y Regulación Hídrica

MAG: Modelo de Almacenamiento Geográfico

MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

MEC: Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia

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

Minambiente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

NASA: Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (por su sigla en inglés)

NOAA: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (por su sigla en inglés)

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

ONG: Organización No Gubernamental

OSIGD: Personas con orientación sexual e identidad de género diversas

PBOT: Plan Básico de Ordenamiento Territorial

PDET: Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial

PMA: Plan de Manejo Ambiental

PNN: Parques Nacionales Naturales

Pomca: Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

Pomiuac: Plan de ordenación y manejo integrado de la unidad ambiental costera

POAI: Plan de Ordenamiento Ambiental Indígena

PORH: Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

RBC: Relación Beneficio Costo

RCD: Residuo de Construcción y Demolición

REAA: Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales

Runap: Registro único nacional de áreas protegidas

SSEE: Servicios Ecosistémicos

SGC: Servicio Geológico Colombiano

SIAC: Sistema de Información Ambiental de Colombia

SiB Colombia: Sistema de información sobre biodiversidad de Colombia

SiBM: Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina

Sigot: Sistema de información geográfica para la planeación y ordenamiento territorial

Sinap: Sistema nacional de áreas protegidas

SIRH: Sistema de Información del Recurso Hídrico

Sisaire: Sistema de información sobre calidad del aire

Sisbén: Sistema de identificación de potenciales beneficiarios de programas sociales

SNGRD: Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

UAEGRTD: Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas

UAF: Unidad Agrícola Familiar

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Vital: Ventanilla integral de trámites ambientales en línea

VPN: Valor Presente Neto

Zidres: Zona de interés de desarrollo rural, económico y social

GLOSARIO

Para la elaboración y presentación de los estudios ambientales se debe tener en cuenta el siguiente glosario general[5]:

- **Acuífero**: unidad de roca o sedimento, capaz de almacenar y transmitir agua, entendida como el sistema que involucra las zonas de recarga, tránsito y de descarga, así como sus interacciones con otras unidades similares, las aguas superficiales y marinas. [1]

- **Adaptación al cambio climático**: proceso de ajuste a los efectos presentes y esperados del cambio climático. En ámbitos sociales de decisión corresponde al proceso de ajuste que busca atenuar los efectos perjudiciales y/o aprovechar las oportunidades beneficiosas presentes o esperadas del clima y sus efectos. En los socioecosistemas, el proceso de ajuste de la biodiversidad al clima actual y sus efectos puede ser intervenido por la sociedad con el propósito de facilitar el ajuste al clima esperado. [2]

- **Adaptación a través de obras de infraestructura**: abordaje que busca aumentar la capacidad de adaptación de las obras de infraestructura que juegan un papel determinante en el desarrollo económico. Consiste en modificar el proceso de diseño de las estructuras teniendo en cuenta periodos de retorno más amplios y los escenarios de riesgo que se deriven de éstos. [3]

- **Adaptación basada en comunidades**: abordaje que busca aumentar la capacidad de adaptación de las comunidades más vulnerables a los impactos del cambio climático. Las comunidades más vulnerables son aquellas que son afectadas más fuertemente por los impactos del clima dada su ubicación espacial y su condición propia de incapacidad de adelantar acciones preventivas y adaptarse y recuperarse en corto tiempo a los embates de la variabilidad climática y de los eventos extremos sobre sus medios de subsistencia y las condiciones de su entorno para preservar sus vidas. Es un proceso que se sustenta en las prioridades, necesidades, conocimientos y capacidades locales que busca empoderar a las comunidades para enfrentarse con los impactos del cambio climático a corto y largo plazo. [4]

[5] Las referencias para esta sección se encuentran al final del documento, en el ítem de Bibliografía glosario.

- **Adaptación basada en ecosistemas**: utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia más amplia de adaptación para ayudar a las personas con los efectos adversos del cambio climático. Integra el manejo sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas para proveer servicios que permiten a las personas adaptarse a los impactos del cambio climático. Su propósito es mantener y aumentar la capacidad de adaptación y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas. [5]

- **Agua subterránea**: agua subálvea y la oculta debajo de la superficie del suelo o del fondo marino que brota en forma natural, como las fuentes y manantiales captados en el sitio de afloramiento o la que requiere para su alumbramiento obras como pozos, galerías filtrantes u otras similares. [1]

- **Ambiente**: comprende los elementos naturales, tanto físicos como biológicos, los elementos artificiales, sociales y culturales, y las interacciones de éstos entre sí.

- **Amenaza**: peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales. [6]

- **Análisis de consecuencias**: estimación de las consecuencias de eventos usando modelos matemáticos, retorno de experiencias o resultados experimentales. Implica el cálculo de la energía transferida o masa liberada por el evento. [7]

- **Análisis y evaluación del riesgo**: implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación. [6]

- **Área de alta consecuencia**: zona en la que una pérdida de contención de sustancias orgánicas e inorgánicas puede ocasionar consecuencias adversas al ambiente, personas e infraestructura de transporte (fluvial, férrea y carretera). [8]

- **Área de estudio**: superficie continua o discontinua, en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos que generarían las alternativas técnica y ambientalmente racionales que se contemplen para la ejecución de un proyecto, obra o actividad en el marco de un Diagnóstico Ambiental de Alternativas.

- **Área de influencia**: área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable los impactos ambientales significativos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí. [1]

- **Área ecológicamente equivalente**: área que mantiene atributos ecológicos similares o mejores que el área impactada por un proyecto, obra o actividad, que están relacionados con los procesos ecológicos de las especies, poblaciones y comunidades, el tipo de cobertura, clima, suelo, tamaño, estructura de la vegetación y del paisaje. [9]

- **Área por intervenir**: área propuesta para la construcción de la infraestructura y las obras o para la ejecución de las actividades necesarias para el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, que es autorizada en la licencia ambiental o instrumento de manejo y control equivalente; incluye las áreas requeridas para el uso, aprovechamiento y afectación de los recursos naturales renovables.

- **Aspecto ambiental**: resultado de las actividades, productos o servicios de un proyecto, obra o actividad que interactúa o puede interactuar con el ambiente, pudiendo causar uno o varios impactos ambientales. Ejemplos de aspecto ambiental son: captación de agua, vertimiento y emisión de gases. [10]

- **Ahuyentamiento de fauna**: medida de manejo que, mediante una alteración temporal de las condiciones ecológicas, causa estrés ambiental en las poblaciones de fauna silvestre, a fin de impulsar su desplazamiento autónomo hacia otros lugares para prevenir o mitigar el impacto que sobre ellas pueda generar la construcción u operación de proyectos, obras o actividades.

- **Barrio**: área de suelo urbano que se caracteriza por tener un denominador común, o varios elementos referenciales interrelacionados, que puede ser: arquitectónico, toponímico, social, simbólico o cultural. Su origen puede ser debido a una decisión administrativa, a una iniciativa urbanística, o simplemente a un sentido común de pertenencia de sus habitantes basado en la proximidad, o también por actividades económicas u ocupacionales. [11]

- **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. [12]

- **Cambio climático**: variación del estado del clima, identificable, por ejemplo, mediante pruebas estadísticas, en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropogénicos persistentes de la composición de la atmósfera por el incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero o del uso del suelo. El cambio climático podría modificar las características de los fenómenos meteorológicos e hidroclimáticos extremos en su frecuencia promedio e intensidad, lo cual se expresará paulatinamente en el comportamiento espacial y ciclo anual de estos. [2]

- **Caserío:** centro poblado ubicado generalmente al lado de una vía principal y que no tiene autoridad civil. [13]

- **Caudal ambiental**: volumen de agua por unidad de tiempo, en términos de régimen y calidad, requerido para mantener el funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas acuáticos y su provisión de servicios ecosistémicos. [1]

- **Celda litoral**: sección de la costa que es independiente en términos de transporte sedimentario de las zonas adyacentes y se caracteriza por tener sus propias fuentes y sumideros de sedimento, así como por estar delimitada por rasgos geomorfológicos específicos, como puntas y costas rocosas, bajas arenosas y mixtas. [14]

- **Clima**: conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, en un periodo y región dados, y controlado por factores forzantes y determinantes, y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criosfera, biosfera y antroposfera). [15]

- **Componente ambiental**: unidad conceptual que agrupa factores ambientales y que a su vez constituye uno de los elementos que conforman un medio (abiótico, biótico o socioeconómico). Ejemplos de componente ambiental son: geológico, hidrológico, hidrogeológico, oceanográfico, geotécnico, atmosférico, ecosistemas terrestres, espacial y económico.

- **Comunidad**: configuración social situada en un espacio relacional dinámico entre personas que, mediante interacciones continuas, construyen y comparten marcos de sentido, valores, normas y prácticas socioculturales que estructuran su vida colectiva más allá de la proximidad territorial; implica la generación de vínculos de pertenencia, identidad y reconocimiento mutuo, así como la articulación de intereses comunes y formas de cooperación que sostienen y transforman el orden social. La comunidad constituye un entramado de relaciones sociales donde convergen dimensiones simbólicas, culturales, políticas y económicas, atravesadas por contextos históricos y relaciones de poder que inciden en su cohesión, organización y capacidad de agencia para proyectar horizontes colectivos compartidos. [16]

- **Conectividad ecológica**: atributo del paisaje que se refiere a la configuración espacial de sus elementos (parches, hábitats, matriz, corredores, entre otros), así como a sus interacciones, las cuales permiten el desarrollo de procesos naturales y se representan en la dispersión, movilidad, riqueza y diversidad de las especies existentes un territorio. Su determinación incluye entre otras, la evaluación del tipo de matriz, de los procesos históricos de modificación del paisaje, de las condiciones ambientales de la región y de la dinámica de ocupación y uso.

- **Conflicto socioambiental**: tensiones, desacuerdos o confrontaciones respecto del acceso, uso, manejo y protección de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; la distribución de sus beneficios; la implementación normativa; y el acceso o desconocimiento de información ambiental. [17]

- **Conocimiento del riesgo**: proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para

promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre. [6]

- **Contingencia ambiental**: afectación sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico derivada de la materialización de los escenarios de riesgo endógenos o exógenos.

- **Corregimiento municipal:** tipo de centro poblado, ubicado en el área rural o urbana de un municipio, el cual incluye un núcleo de población y está considerado en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). [13]

- **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. [1]

- **Cuerpo de agua**: sistema de origen natural o artificial localizado, sobre la superficie terrestre, conformado por elementos físicos-bióticos y masas o volúmenes de agua, contenidas o en movimiento. [1]

- **Debida diligencia en materia de derechos humanos**: proceso a través del cual las empresas pueden identificar, prevenir, mitigar, reparar y rendir cuentas por impactos y/o violaciones a los derechos humanos como parte integral de la toma de decisiones.

- **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. [18]

- **Desastre**: resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción. [6]

- **Dimensión ambiental en el Plan de gestión del riesgo**: conjunto de procesos y actividades de gestión del riesgo presentados en el Estudio de Impacto Ambiental, orientados a conocer, monitorear y reducir los escenarios de riesgo de origen exógeno y endógeno sobre el ambiente. Incluye los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y el manejo de los desastres mediante la preparación para la respuesta y la recuperación ambiental ante la ocurrencia de eventos de contingencia que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

- **Ecosistema**: complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. [12]

- **Ecosistemas acuáticos continentales**: variedad de masas de agua naturales (arroyos, ríos, llanuras inundadas, lagos, pantanos, entre otras) y formadas por el hombre (embalses, arrozales, canales de irrigación, entre otras). [19]

- **Ecosistemas marino-costeros**: ecosistemas ubicados en la interfase entre el medio terrestre y el marino, caracterizados por una marcada influencia del mar. Comprenden ambientes como estuarios, manglares, marismas, lagunas costeras, playas arenosas, zonas rocosas intermareales, lechos de pastos marinos, arrecifes coralinos y fondos blandos o duros en la zona costera. Su extensión abarca desde la subzona terrestre costera hasta la subzona marino-costera, correspondiente al límite de la plataforma continental (aproximadamente 200 m de profundidad o 12 millas náuticas).

- **Ecosistemas oceánicos**: conjunto de ecosistemas marinos que comprenden las aguas pelágicas y los fondos marinos localizados generalmente a profundidades superiores a 200 metros, fuera de los límites de las Unidades Ambientales Costeras (UAC), e incluyen ambientes como el océano abierto, márgenes continentales, planicies abisales, dorsales oceánicas, fosas, montes submarinos, cañones submarinos, filtraciones de metano y respiraderos hidrotermales.

- **Elemento Ambiental Valorado (EAV)**: elemento del ambiente que el público o las autoridades ambientales valoran o sobre el cual tienen preocupación, ya sea por razones ecológicas, socioeconómicas, culturales o estéticas. Todo Elemento Ambiental Valorado hace parte de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, así como de los servicios ecosistémicos y el paisaje; el Elemento Ambiental Valorado es conocido internacionalmente como VEC o

VC por sus siglas en inglés (Valued Ecosystem Component o Valued Component). [20]

- **Escenario climático**: representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basada en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construye para ser utilizada de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirve a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos. Las proyecciones climáticas sirven a menudo como materia prima para la construcción de escenarios climáticos, pero los escenarios climáticos requieren información adicional, por ejemplo, acerca del clima observado en un momento determinado. Un "escenario de cambio climático" es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual. [21]

- **Escenario de riesgo de desastres**: identificación de los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, asociados a proyectos obras o actividades, los cuales son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos, son el resultado de la manifestación de uno o varios eventos que, al encontrar condiciones de vulnerabilidad en personas, bienes, infraestructura o recursos ambientales, generan alteraciones graves intensas y extendidas en el territorio. Facilita la comprensión y priorización de los riesgos, así como la formulación y ejecución de acciones de intervención.

- **Espacio privado**: espacio sobre el cual ejerce dominio, mediante su propiedad, un grupo o persona determinada, así como la espacialidad que tiene características diferentes y que está compuesta en primer lugar del espacio individual, que proporciona la intimidad y cuyo acceso es prohibido (negativo), limitado, como la vivienda como su más estrecha acepción: el techo. Bajo esta nominación se incluyen además todas aquellas espacialidades que tienen un acceso limitado por la propiedad de este como son los lugares de trabajo, oficinas, fábricas y en general todos aquellos espacios sobre los cuales existe un estricto control por parte del interés particular. [22]

- **Espacio público**: conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados destinados por naturaleza, usos o afectación a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que transcienden los límites de los intereses individuales de los habitantes. [23]

- **Estructuras de gobierno propio**: ejercicio de poder político de las comunidades étnicas, de acuerdo con sus usos, costumbres y normas tradicionales, que les faculta para autogobernarse, administrar sus territorios, ejercer sus facultades jurisdiccionales de conformidad con la pluridiversidad reconocida en la Constitución y la Ley.

- **Estructura del ecosistema**: integración 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. Por tanto, la estructura del ecosistema se compone por la estructura física (tamaño y distribución de las unidades y sus características físicas) y la estructura trófica (niveles de alimentación en las comunidades). [24]

- **Exposición (elementos expuestos)**: presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza. [6]

- **Factor ambiental**: atributo de un componente ambiental que puede ser descrito mediante parámetros ambientales.

- **Fragmentación de hábitat**: disminución progresiva de las condiciones necesarias para el desarrollo de procesos ecológicos y que se asocia con la disminución de la continuidad espacial de ecosistemas naturales presentes en un área. Incluye las fases de perforación, fragmentación y reducción de hábitats y ecosistemas. [25]

- **Función del ecosistema**: conjunto de interacciones entre estructuras biofísicas y procesos ecosistémicos que sustentan la capacidad de un ecosistema para proporcionar servicios ecosistémicos. [26]

- **Gases de efecto invernadero**: componentes gaseosos de la atmósfera, de origen natural o antropogénicos, que absorben y emiten la energía solar reflejada por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes. Los principales gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6). [2]

- **Gestión del cambio climático**: proceso coordinado de diseño, implementación y evaluación de acciones de mitigación de GEI y adaptación al cambio climático orientado a reducir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y ecosistemas a los efectos del cambio climático. También incluye las acciones orientadas a permitir y aprovechar las oportunidades que el cambio climático genera. [2]

- **Gestión del riesgo**: proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible. [6]

- **Grupo de interés**: personas naturales (ciudadanos), personas jurídicas (entidades sin ánimo de lucro, organizaciones públicas o privadas), así como actores que integran el movimiento social colombiano (movimientos sociales, organizaciones comunitarias, veedurías ciudadanas, organizaciones ambientales, defensoras de animales, campesinas, estudiantiles, entre otras) y comunidades étnicas, que tienen interés o se pueden ver afectados por un proyecto, obra o actividad.

- **Humedal**: extensión de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. [27]

- **Impacto ambiental**: cualquier alteración del ambiente adversa o beneficiosa, total o parcial, atribuida a la ejecución de un proyecto, obra o actividad y descrita mediante cambios en un parámetro ambiental cuantitativo o cualitativo.

- **Impacto ambiental acumulativo**: impacto ambiental cuya significancia se incrementa, no necesariamente de forma lineal, con el tiempo.

- **Impacto ambiental directo**: impacto ambiental que ocurre como consecuencia directa de una actividad humana, de manera simultánea y

usualmente en el mismo lugar en el que ésta se ejecuta. También puede ser denominado “impacto ambiental primario”.

- **Impacto ambiental indirecto**: impacto ambiental que ocurre como consecuencia de un impacto ambiental directo o de un impacto ambiental indirecto, que es generado por la ejecución de una actividad humana y que se manifiesta de manera posterior en el tiempo o alejado en el espacio de la actividad que inició la cadena causal que lo originó. También puede ser denominado como “impacto secundario”, “impacto terciario”, o impacto de cualquier otro orden, de acuerdo con el lugar de la cadena causal de impactos en el que se encuentre.

- **Impacto ambiental potencial**: impacto ambiental que estima la capacidad que tiene un proyecto, obra o actividad, de generar impactos ambientales sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, debido a sus características intrínsecas, siendo posible evaluarlo con base en actividades previas o que se encuentran en operación.

- **Impacto ambiental residual**: impacto ambiental que no pudo ser prevenido ni corregido totalmente y que, a pesar de la implementación de medidas de mitigación, persiste en el ambiente.

- **Impacto ambiental significativo negativo**: impacto que dada la sensibilidad ambiental del área en la que se manifiesta, genera una alteración de las condiciones ambientales que afecta su integridad y limita su capacidad para mantener la sostenibilidad ambiental. Se considera como impacto ambiental significativo negativo, a todo impacto negativo clasificado en las tres (3) categorías más altas de Potencial normalizado de modificación de las condiciones ambientales.

- **Impacto ambiental significativo positivo**: impacto que genera beneficios o mejora las condiciones ambientales del área en la que se manifiesta. Se consideran como impactos ambientales significativos positivos, los impactos positivos clasificados en las tres (3) categorías más altas de Potencial normalizado de modificación de las condiciones ambientales.

- **Impacto ambiental sinérgico**: impacto que tiene la capacidad de interactuar con otros y, a partir de ello, de generar impactos ambientales adicionales o de modificar su significancia o la de cualquiera de los impactos con los que interactúa. [28]

- **Intervisibilidad del paisaje**: condición característica de las áreas que presentan una visibilidad recíproca, es decir, de zonas donde el alcance visual, tanto de los observadores establecidos como de la infraestructura y obras del proyecto, se superponen.

- **Medida de adaptación:** acción concreta y deliberada que reduce la exposición, disminuye la sensibilidad o incrementa la capacidad adaptativa de sistemas humanos o naturales frente a amenazas climáticas.

- **Medida de compensación**: acción dirigida a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser prevenidos, mitigados o corregidos.

- **Medida de corrección**: acción dirigida a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del ambiente impactadas negativamente por un proyecto, obra o actividad.

- **Medida de mitigación**: acción dirigida a minimizar los impactos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente.

- **Medida de mitigación de gases de efecto invernadero**: tecnología, proceso o práctica que contribuye a la mitigación de gases de efecto invernadero, por ejemplo, la tecnología de energía renovable, el proceso de minimización de desechos y la práctica de promoción del uso del transporte público. [29]

- **Medida de prevención**: acción encaminada a impedir los impactos negativos que puede generar la ejecución de un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente.

- **Medio**: división general que se realiza del ambiente para facilitar su análisis y entendimiento. En el contexto de los estudios ambientales corresponde al abiótico, biótico o socioeconómico.

- **Medio de implementación**: en términos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, los medios de implementación son las herramientas que permitirán la puesta en funcionamiento de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, tales como el financiamiento, la transferencia de tecnología y la construcción de capacidades, entre otros. [2]

- **Metadato**: datos acerca del contenido, calidad, condición u otras características de los datos. [30]

- **Mitigación de gases de efecto invernadero**: gestión que busca reducir los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a través de la limitación o disminución de las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero y el aumento o mejora de los sumideros y reservas de gases de efecto invernadero. [2]

- **Mitigación del riesgo**: conjunto de medidas de intervención prospectivas o correctivas dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente. [6]

- **Modelo de almacenamiento geográfico**: descripción conceptual de las entidades geográficas del mundo real con sus características; señala la forma en que deben presentarse, así como el modo y posibles relaciones entre ellas, optimizando su almacenamiento y utilización. Contempla la información geográfica (objetos geográficos) y alfanumérica (atributos) en varios tipos de datos.

- **Municipio**: entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado que le corresponde prestar los servicios públicos que determine la Ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las Leyes. [31]

- **Nivel de riesgo**: magnitud de un riesgo o de una combinación de riesgos, expresada en términos de la combinación de las consecuencias y su probabilidad. [32]

- **Paisaje**: área de tierra que visualmente refleja la interacción de distintos factores (abióticos, bióticos, antrópicos), expresados a través de un conjunto de unidades homogéneas que interactúan entre sí, que son reconocibles y diferenciables de acuerdo con la escala de análisis espaciotemporal. [33]

- **Parámetro ambiental**: valor que permite describir alguna característica o propiedad de un recurso natural, proceso o fenómeno que ocurre en el ambiente, en un momento y lugar determinado, por ejemplo, pH, conductividad

eléctrica, temperatura, densidad poblacional, grado de escolaridad, nivel socioeconómico. [34]

- **Participación**: derecho humano y fundamental que se materializa a través de mecanismos y acciones que garantizan que sea efectiva e incluyente por y para los grupos de interés. Por incluyente se entiende la capacidad de superación de las diferentes barreras que pueden impedir a las personas y comunidades ser partes activas del proceso de toma de decisión. Por efectiva se entiende la forma en como son valoradas las inquietudes, sugerencias, conocimientos, argumentos y saberes diversos aportados mediante los diferentes mecanismos de participación, en la toma de decisiones por parte de la administración y, en particular, en los asuntos ambientales de competencia de las autoridades ambientales.

- **Plan de manejo ambiental de los territorios colectivos adjudicados en trámite u ocupados ancestral y/o tradicionalmente**: mecanismo propio de gobierno y manejo del territorio colectivo, que adopta el Consejo comunitario, como un instrumento de planificación del uso, manejo y administración ambiental del territorio y de los recursos naturales renovables. [35]

- **Preconstrucción**: identificación y presentación de todas aquellas actividades requeridas por el proyecto, obra o actividad que son previas y necesarias para iniciar la etapa de construcción. Dichas actividades, de ejecutarse, pueden generar cambios o alteraciones en los componentes, elementos y factores de los medios abiótico, biótico y socioeconómico (impactos ambientales) y, por lo tanto, inciden en la evaluación para determinar la viabilidad ambiental de los proyectos, obras o actividades sujetos a licenciamiento ambiental.

- **Prevención de riesgo**: medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible. [6]

- **Provención de conflictos**: conjunto de conocimientos y habilidades puestos en práctica para comprender e intervenir en la resolución pacífica y no violenta de los enfrentamientos entre dos o más personas. Lo que implica el desarrollo de las habilidades y actitudes necesarias para gestionar las diferencias en sus

primeros estadios. Toda situación conflictiva genera violencia, entendida en sentido amplio. No solo como “el hecho físico de la agresión, sino como todo aquello que impida el desarrollo físico, moral y psíquico de un hombre hacia su autorrealización. [36]

- **Rango de hogar (home range):** área de actividad de un animal, en la cual diariamente realiza actividades como alimentación, apareamiento y cría, principalmente.

- **Recolección de especímenes**: proceso de captura y/o remoción o extracción temporal o definitiva del medio natural de especímenes de la diversidad biológica, para la realización de inventarios y caracterizaciones que permitan el levantamiento de línea base de los estudios ambientales. [1]

- **Recurso pesquero**: porción de los recursos hidrobiológicos susceptible de ser extraída o efectivamente extraída, sin que se afecte su capacidad de renovación con fines de consumo, procesamiento, estudio u obtención de cualquier otro beneficio. [37]

- **Reducción del riesgo**: proceso de la gestión del riesgo, está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo y a evitar nuevo riesgo en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo. Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera. [6]

- **Rescate y reubicación de organismos biológicos**: actividad que contempla el salvamento de fauna silvestre, así como la colecta y la reubicación de especímenes durante la ejecución de las medidas de manejo de un proyecto, obra o actividad.

- **Resguardo indígena**: institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva que goza de las garantías de la propiedad privada, poseen su territorio y se rigen para el manejo de éste y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo

propio. Conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tiene el carácter de inalienable, imprescriptible e inembargable. [38]

- **Residuos de construcción y demolición**: residuos sólidos provenientes de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras actividades conexas. [39]. Estos residuos pueden ser o no susceptibles de aprovechamiento.

- **Resiliencia o capacidad de adaptación**: capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosa, respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación. [2]

- **Riesgo asociado al cambio climático**: potencial de consecuencias en que algo de valor está en peligro con un desenlace incierto, reconociendo la diversidad de valores. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y la amenaza. El término riesgo se utiliza principalmente en referencia a los riesgos asociados a los impactos del cambio climático. [2]

- **Riesgo de desastre**: daño o pérdida potencial que puede presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que es determinado por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastre se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. [6]

- **Sector de vereda**: espacio al interior de una vereda conformado principalmente por la agrupación de predios delimitados por accidentes geográficos o vías principales que permiten el desarrollo de relaciones vecinales y formas de organización comunitaria diferentes a los de otras zonas de la vereda en la que se encuentra.

- **Sensibilidad ambiental**: susceptibilidad inherente de los factores ambientales y sus procesos físicos, bióticos y socioeconómicos a la transformación o cambio generado por actividades antrópicas o procesos de desestabilización natural. [40]

- **Servicio ecosistémico**: beneficio directo o indirecto que la humanidad recibe de la biodiversidad y que es el resultado de la interacción entre los diferentes

componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad. [41]. Los servicios ecosistémicos pueden ser de:

- **Aprovisionamiento**: bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas, como alimentos, fibras, madera, agua y recursos genéticos.

- **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.

- **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.

- **Culturales**: beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas.

- **Sitio de interés paisajístico**: lugar de valor escénico, natural o cultural que posee características estéticas, ecológicas o patrimoniales significativas de acuerdo con la percepción visual de la comunidad y los potenciales observadores.

- **Socioecosistema**: integración de los sistemas ecológicos y sociales, en dónde existe y se reconoce una relación entre la sociedad y la naturaleza en permanente movimiento y evolución, en la que intervienen múltiples redes de actores y relaciones. [42]

- **Suelo**: componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro, meso y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipos biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales para la sociedad y el planeta. [43]

- **Sujeto de especial protección constitucional**: persona que ve incrementada su vulnerabilidad o que tiene dificultad para gozar de sus derechos por condiciones particulares o intrínsecas, relacionadas con su condición étnica, de género, etaria, de opción o diversidad sexual, o por condiciones y/o deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales. [44] Las víctimas de conflicto armado interno, los firmantes de paz y el campesinado fueron

reconocidos como sujetos de especial protección por las SentenciasT-293 /17 y T-29/2019, la Sentencia SU-020 de 2022 y el Acto legislativo 01 de 2023, respectivamente.

- **Tasa de muestreo acústico**: determina la cantidad de bits que debe muestrear un dispositivo por unidad de tiempo. Esta debe ser el doble de la frecuencia máxima que se desea muestrear (Teorema de Nyquist-Shannon), pues solo así se puede lograr una muestra representativa de una señal acústica con muchas oscilaciones por unidad de tiempo (alta frecuencia). [45]

- **Tecnología ambientalmente racional**: aquella que es menos contaminante, utiliza los recursos en forma más sostenible, recicla una mayor porción de sus desechos y productos y trata los desechos residuales en forma más aceptable que otro tipo de tecnología. [46]

- **Territorio colectivo de comunidades negras**: terreno de ocupación histórica de comunidades negras sobre el cual se ha reconocido el derecho a la propiedad y ha sido adjudicado de manera colectiva mediante resolución del Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA) o por el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), o por acto administrativo de la autoridad de tierras correspondiente, en el que habitan o realizan actividades sociales, económicas y culturales las comunidades negras del país. [47]

- **Tramo o sector homogéneo para captación u ocupación de cauce**: segmento (para sistemas lóticos) o área (para sistemas lénticos) de un cuerpo de agua cuyas características fisicoquímicas, hidrobiológicas, hidráulicas, hidrológicas y de estabilidad de márgenes, de cobertura vegetal y de uso del recurso son similares. [48]

- **Unidad ambiental costera**: área de la zona costera definida geográficamente para su ordenación y manejo, que contiene ecosistemas con características propias y distintivas, con condiciones similares y de conectividad en cuanto a sus aspectos estructurales y funcionales. [49]

- **Unidad de análisis**: área geográfica que a una determinada escala es temáticamente homogénea; presenta dimensiones concretas y es cartografiable.

- **Unidad de análisis territorial**: unidad de análisis propia del medio socioeconómico que puede coincidir con los límites de figuras legales de división territorial como municipios, resguardos indígenas, territorios

colectivos, corregimientos municipales, barrios, veredas o sector de vereda o rancherías.

- **Unidad social**: conjunto de personas que guardan una relación de dependencia legal, física, económica, social o cultural con relación a un inmueble [50]. Las unidades sociales pueden ser:

  - **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.

  - **Unidad social productiva**: 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.

  - **Unidad social mixta**: 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.

  - **Otras unidades sociales**: propietarios y mejoratarios que, siendo o no residentes, obtienen ingresos provenientes del arrendamiento de una parte o la totalidad del inmueble para habitación o desarrollo de actividades productivas.

- **Variabilidad climática**: variación en el estado medio y en otros datos estadísticos del clima en todas las escalas temporales y espaciales (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos como El Niño y La Niña, etc.), más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa). [2]

- **Vereda**: división territorial de carácter administrativo en el área rural de los municipios, establecida mediante acuerdo municipal. Se concibe como una agrupación comunitaria de base territorial y principal espacio de sociabilidad, caracterizada por la proximidad de residencia de sus miembros, el sentido de pertenencia e identidad común y el predominio de las relaciones vecinales. Se

conforma principalmente por la agrupación de predios delimitados por accidentes geográficos y vías principales. [13]

- **Vertimiento**: descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido. [1]

- **Visibilidad del paisaje**: capacidad del observador para percibir y apreciar visualmente un entorno natural o urbano desde un punto geográfico específico.

- **Vulnerabilidad**: susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos. [51]

- **Zona amortiguadora del Sistema de Parques Nacionales Naturales**: espacio en el cual se atenúan las perturbaciones causadas por la actividad humana en las zonas circunvecinas a las distintas áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, con el fin de impedir que lleguen a causar disturbios o alteraciones en la ecología o en la vida silvestre de estas áreas. [1]

- **Zona con función amortiguadora**: superficie de territorio circunvecina y colindante a un área protegida, que se establece mediante instrumentos de ordenamiento territorial a fin de que sobre el área protegida se prevengan y mitiguen los impactos negativos de las acciones humanas, se contribuya a la restauración de sus disturbios, se armonice la ocupación y transformación del territorio con su objetivos de conservación, y se aporte a la conservación de los elementos biofísicos, los elementos y valores culturales, los servicios ecosistémicos y los procesos ecológicos relacionados con el área protegida. [52]

- **Zona costera**: espacio del territorio nacional formado por una franja de anchura variable de tierra firme y espacio marino en donde se presentan procesos de interacción entre el mar y la tierra. [1]

- **Zonificación ambiental**: proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo con las características y la sensibilidad ambiental de los factores y componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

- **Zonificación de manejo ambiental del proyecto, obra o actividad**: proceso mediante el que se establecen áreas homogéneas de manejo de acuerdo con el grado de intervención con el cual puede ser ejecutado el proyecto, obra o actividad y se obtiene, a partir de la integración de la información proveniente de la zonificación ambiental y de la evaluación ambiental.

- **Zona de reserva campesina**: área geográfica seleccionada por el Consejo Directivo de la Agencia Nacional de Tierras (ANT), teniendo en cuenta las características agroecológicas y socioeconómicas regionales. [53]

I. CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES

1. LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES

Los estudios ambientales como instrumentos para la toma de decisiones respecto de proyectos que tienen la potencialidad de generar impactos ambientales negativos significativos y producir deterioro grave al ambiente, a los recursos naturales renovables y al paisaje, deben cumplir con una serie de características que les confieran la capacidad de brindar, de la mejor forma posible, la información que le permite a las autoridades ambientales adoptar dichas decisiones.

Estas características básicas están referidas a la calidad de la información que contienen, a la forma en que usan los conceptos y el lenguaje (éstos deben ser claros, precisos y homogéneos), a la aplicación consistente de la jerarquía de las medidas de manejo, al uso congruente de las orientaciones de la MGEPEA frente las de otros instrumentos, a la implementación del enfoque en derechos humanos y, a su integralidad como estudios ambientales. Estas características se detallan a continuación.

a) Sobre la información

La información constituye uno de los elementos clave del proceso de licenciamiento ambiental, pues está presente en todas sus etapas y posibilita la toma de decisiones informadas en diferentes ámbitos. Gracias a ella, es posible conocer las características del ambiente, así como las de las alternativas y los proyectos que se formulen; también permite predecir la forma en que las alternativas y los proyectos afectarán al ambiente y formular las medidas más eficaces para el manejo (prevención, mitigación, corrección y compensación) de impactos ambientales; adicionalmente, hace posible que las autoridades ambientales evalúen los estudios ambientales y que, en caso de autorizar el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, realicen el respectivo control y seguimiento ambiental.

En la medida en que la información que se incorpora en los estudios ambientales presente la mejor calidad posible se tiende a optimizar los resultados de las decisiones que con base en ella se adopten, no solo para los grupos de valor directamente relacionados con el proceso de licenciamiento específico que se está adelantando, sino para el conjunto de la sociedad.

La calidad de la información es función de múltiples atributos, siendo los más relevantes en el ámbito de los estudios ambientales los siguientes:

i) **Pertinencia y relevancia**: grado con el que la información es útil para describir y conocer las condiciones ambientales y las características de los proyectos o sus alternativas, determinar y valorar los impactos ambientales y el uso de recursos naturales renovables, establecer zonas homogéneas y definir planes y programas de manejo ambiental.

ii) **Precisión**: grado con el que la información estima o describe de forma correcta las cantidades, características o fenómenos objeto de medición.

iii) **Oportunidad:** referida al periodo de tiempo que transcurre entre la ocurrencia del fenómeno y el momento en el que está disponible la información que lo evidencia.

iv) **Interpretabilidad**: corresponde a la facilidad con la que se puede entender, utilizar y analizar la información. Los cuadros, tablas, gráficos, figuras, ilustraciones, esquemas y mapas, entre otros medios, así como sus respectivas características (p. ej. tamaño, distribución de elementos, colores, escala), constituyen recursos para representar la información de tal forma que permita su adecuada lectura y fácil comprensión.

v) **Coherencia**: referida a la inexistencia de contradicciones entre conceptos, métodos y la información que se genera con los mismos.

vi) **Comparabilidad**: señala, de acuerdo con los conceptos aplicados y el uso de clasificaciones, nomenclaturas y métodos estandarizados, qué tan proclive a la comparación resulta la información que se utiliza o se genera, en términos espaciales y temporales.

vii) **Transparencia y confiabilidad**: refleja el grado con el que es posible conocer la forma en que fue generada la información y, por tanto, si es confiable. Los metadatos y otros tipos de documentación constituyen un referente para valorar este atributo.

Quienes elaboren los estudios ambientales deben procurar utilizar información de la mejor calidad posible, es decir, información cuyos atributos permitan su uso para la toma de decisiones que en el futuro puedan modificar drásticamente las relaciones ambientales de un territorio. En caso de que la información no sea suficiente y haya una falta absoluta de certeza sobre los impactos ambientales que representen peligro grave e irreversible, en aplicación del principio de precaución, los interesados en

solicitar una licencia ambiental deben evaluar otras alternativas para la ejecución del proyecto (no solo de ubicación y trazado, también ingenieriles, tecnológicas y de diseño) e incluso, contemplar la posibilidad de no emprenderlo.

En general, cuando un requerimiento de información para soportar una decisión de licenciamiento ambiental respecto a un proyecto, obra o actividad particular está cubierto con información secundaria que tenga las características mencionadas anteriormente y que provenga de fuentes idóneas[6], no es necesario generar información primaria; de lo contrario, ésta debe ser obtenida y puesta a disposición de la autoridad ambiental competente por parte del interesado en adelantar el proyecto, obra o actividad de acuerdo con lo establecido en la presente metodología y en los términos de referencia.

Es importante que los estudios ambientales incorporen parámetros, indicadores e índices, pues constituyen un insumo fundamental para determinar y valorar impactos (en tanto un impacto se evidencia por el cambio en un parámetro ambiental que, en algunas oportunidades, se estima mediante indicadores o índices), para formular medidas de manejo dirigidas a gestionarlos y para hacer seguimiento y monitoreo ambiental. Los indicadores e índices[7] constituyen un tipo de información sintética que brinda señales clave sobre la evolución de fenómenos y situaciones, y permiten estructurar de manera integral el conocimiento sobre el ambiente para la toma de decisiones, tanto de las autoridades ambientales que evalúan los estudios y hacen control y seguimiento ambiental al desarrollo de los proyectos (en caso de haberles concedido licencia ambiental), como de quienes los ejecutan, pues deben asegurarse de practicar un buen manejo ambiental y dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente.

Se debe hacer uso de nuevos recursos tecnológicos y de gestión de información para incrementar la calidad de la información de los estudios ambientales, o bien, para mejorar los procesos de captura de información sin disminuir su calidad, verificando que ello esté en consonancia con las normas técnicas y la normativa vigente que le aplique. Por ejemplo, la implementación de sistemas de monitoreo en línea puede

[6] Fuentes oficiales o fuentes técnicas de alto nivel como revistas científicas, publicaciones académicas de centros o institutos de investigación y otras fuentes que hayan tenido un proceso idóneo de gestión. Muchas de ellas se listan en el numeral 2 de este capítulo.

[7] En el marco de los estudios ambientales, los indicadores se definen como un tipo de información que sintetiza las características de uno o más fenómenos que resultan importantes para el proceso de licenciamiento ambiental y, por tanto, pueden ser parámetros ambientales o agregaciones, combinaciones y transformaciones de parámetros u otro tipo de información ambiental cuantitativa o cualitativa. Los índices por su parte y de acuerdo con Quiroga (2009), deben entenderse como la expresión numérica de la relación entre dos o más variables que han sido conmensuradas y agregadas hasta convertirlas en un solo meganumerario.

repercutir no sólo en el mejoramiento de la oportunidad, comparabilidad, transparencia y confiabilidad de la información, sino también, en la implementación de acciones tempranas que permitan prevenir, mitigar, corregir y compensar impactos ambientales de forma eficiente y económica, en la ejecución en tiempo real de las actividades de control y seguimiento ambiental, y en otras decisiones que propendan por la sostenibilidad del territorio.

b) Sobre los conceptos y el lenguaje

El desarrollo de estudios ambientales implica el uso de un lenguaje específico a esta temática y de una serie de conceptos que deben ser claros, precisos y homogéneos con el fin de brindar una mejor comprensión y facilitar los procesos de evaluación y de seguimiento y control, y de dar transparencia al proceso de toma de decisión.

Un grupo de conceptos clave para el licenciamiento ambiental tiene que ver con la concepción del ambiente. En este contexto, el ambiente es definido como el conjunto de *elementos naturales, tanto físicos como biológicos, los elementos artificiales, sociales y culturales, y las interacciones de éstos entre sí*, definición que al hacer referencia a dichas interacciones, evidencia la gran complejidad que incorpora el concepto; no obstante, con el propósito de facilitar la elaboración, presentación, análisis y evaluación de los estudios ambientales, resulta necesario efectuar una cierta abstracción del ambiente a través de las siguientes categorías jerárquicas:

- *Medio*. Es la categoría de mayor jerarquía; el ambiente está constituido por los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
    - *Componente*. Cada uno de los medios está conformado por un conjunto de componentes. Ejemplos de componentes son: para el medio abiótico el geológico y el hidrológico; para el biótico los ecosistemas terrestres y los ecosistemas acuáticos y; para el socioeconómico, el demográfico y el económico.
        - *Factor*. Los componentes tienen una serie de atributos que se denominan factores. Por ejemplo, un factor del componente atmosférico es la calidad del aire, otro el ruido y otro más la meteorología.
            - *Parámetro*. Por último, los factores son medidos haciendo uso de uno o varios parámetros cuantitativos o cualitativos. Por ejemplo, concentración de material particulado de 10 micras (PM_{10}), pH, oxígeno disuelto, superficie cubierta por bosques,

ingresos familiares, condiciones de vulnerabilidad social, género y edad.

Adicionalmente y con el ánimo de mantener un lenguaje homogéneo y de determinar de manera precisa las alteraciones que ocasionarían las acciones previstas durante la ejecución de un proyecto, obra o actividad, conviene que todas ellas sean organizadas y desagregadas de la siguiente manera:

- *Actividad*. Para la ejecución de un proyecto, obra o actividad se precisa ejecutar un conjunto de acciones que se denominan actividades. Un ejemplo de actividad es la operación de una planta generadora de energía accionada con diésel en el marco de un proyecto, obra o actividad.
    - *Aspecto.* Las actividades generan presiones ambientales que se denominan aspectos. Un ejemplo de aspecto relacionado con el caso anterior es la emisión de gases contaminantes.
        - *Efecto.* Los aspectos generan una serie de cambios sobre los factores ambientales. Un ejemplo de efecto es la contaminación atmosférica.
            - *Impacto ambiental*. Los efectos pueden ser descritos mediante uno o varios impactos ambientales. El impacto ambiental debe reflejar cambios específicos, de manera que pueda ser monitoreado haciendo mediciones periódicas a un parámetro ambiental. Un ejemplo de impacto relacionado con el efecto anterior es el aumento en la concentración de material particulado.

La calidad de los estudios ambientales y de las decisiones que se toman con ellos (por ejemplo, la definición de una alternativa, de las medidas de manejo o de las acciones de seguimiento y control), depende directamente de la determinación de los impactos ambientales, por lo que resulta de vital importancia hacerlo adecuadamente a partir de las características propias del proyecto, obra o actividad y de las condiciones ambientales del territorio en el cual se plantea su ejecución. Un impacto ambiental debe referirse exclusivamente a los cambios que sufre un parámetro ambiental (cualitativo o cuantitativo), con el fin de establecer medidas de manejo eficaces. La gestión ambiental puede perder eficiencia cuando se emplea a los efectos ambientales de cierta actividad como unidad de referencia para la formulación de medidas de manejo.

c) ***Sobre la jerarquía de las medidas de manejo***[8]

Es importante que la formulación de los estudios ambientales permita que la preconstrucción (planeación, emplazamiento y adecuación), construcción, operación y desmantelamiento y cierre ambiental de los proyectos, obras o actividades se ciña a la jerarquía de las medidas de manejo, es decir, a la implementación jerárquica de una serie de medidas que tiene como objeto primordial disminuir, en la mayor magnitud posible, los impactos ambientales.

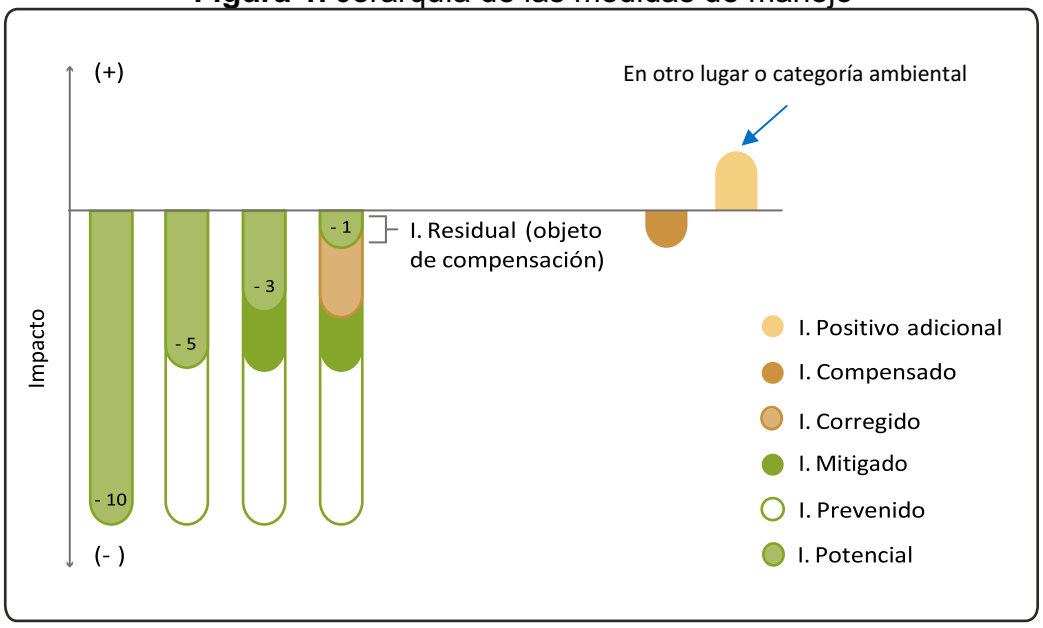
La jerarquía indica que las medidas que se apliquen para manejar un impacto, en primera instancia, deben buscar prevenirlo; si ello no resulta factible, deben centrar su propósito en mitigarlo; si no es practicable prevenir ni mitigar, las medidas deben enfocarse en corregirlo y; si no es posible desarrollar ninguna de las medidas mencionadas con anterioridad, entonces y solo entonces, se debe contemplar la formulación de medidas encaminadas a compensar el impacto ambiental.

Adicionalmente, la jerarquía establece que las medidas de compensación deben formularse y aplicarse únicamente a los impactos residuales, incluidos los que permanecen de los impactos mitigados y de los impactos que no pueden ser prevenidos o corregidos, es decir, estas medidas sólo deben prescribirse para los impactos que persisten luego de aplicar medidas de prevención, mitigación o corrección.

Así, dado que las medidas de manejo de los impactos (de prevención, mitigación, corrección y compensación) son complementarias entre sí y no sustitutas, es necesario formularlas procurando que, *en la medida en que lo permita el proyecto, obra o actividad*, prevengan la mayor cantidad de impactos, especialmente los de potencial de alteración negativa considerable y los irreversibles; corrijan o mitiguen los impactos que no pueden prevenirse para restaurar las condiciones iniciales o para disminuir sustancialmente su significancia, respectivamente y; compensen los impactos residuales que permanecen en el medio. La Figura 1 esquematiza el funcionamiento de esta jerarquía.

[8] Jerarquía conocida internacionalmente como Jerarquía de la mitigación.

Figura 1. Jerarquía de las medidas de manejo



Fuente: Modificado de OCDE (2016).

Es importante que desde la instancia de DAA, en el marco del proceso de establecimiento de posibles soluciones y medidas de control y mitigación de cada una de las alternativas, se procure el cumplimiento de esta jerarquía, de tal forma que en la estructuración de las diferentes posibilidades de implementar un proyecto, obra o actividad (de ubicación, trazado, tecnología, diseño, entre otras), se prevea la aplicación de aquellas soluciones y medidas de control y mitigación, que eviten, prevengan, mitiguen, corrijan y compensen (en ese orden) los impactos ambientales que cada una de dichas alternativas pueda generar.

Por otra parte, la formulación del plan de manejo atendiendo a la jerarquía debe buscar, además de manejar los impactos que ocurrirían con la ejecución del proyecto, obra o actividad, que la aplicación de sus medidas no genere impactos ambientales o que genere impactos mínimos. Por ejemplo, si se plantean medidas de mitigación para un impacto que altera las condiciones atmosféricas, la ejecución de tales medidas no debería generar impactos (o debería generar impactos ambientales ínfimos) a la atmósfera o a otros elementos del ambiente como los suelos, los ecosistemas o los componentes del medio socioeconómico.

d) Sobre la aplicación de la Metodología

La MGEPEA es de carácter general y su aplicación cubre la mayor parte de proyectos, obras o actividades cuyo desarrollo está sujeto al proceso de licenciamiento ambiental;

cada proyecto, obra o actividad en razón de sus particularidades *debe atender los lineamientos metodológicos que le apliquen* de acuerdo con su tipo, extensión, localización y demás características, así como aquellos que estén referidos a los parámetros, factores o componentes ambientales que pueda impactar y, desestimar aquellos lineamientos que le resulten ajenos. Por ejemplo, una obra que se planee al interior del continente no tiene porqué aplicar los lineamientos metodológicos que sobre oceanografía establece este documento. En todo caso, los términos de referencia especifican los requerimientos de información de acuerdo con las particularidades de cada sector o tipo de proyecto, obra o actividad.

De esta forma, la elaboración de los estudios ambientales debe emprenderse armónicamente a partir de las orientaciones metodológicas establecidas en este documento y de los requerimientos de información que para un determinado tipo de proyecto, obra o actividad se han precisado en los términos de referencia. La singularidad de cada proyecto suscita la necesidad de realizar una particular lectura y aplicación de los lineamientos metodológicos y la adición de todas las consideraciones que se califiquen como claves para ilustrar integralmente el panorama ambiental que envuelve su posible desarrollo.

En caso de que se presenten divergencias entre las orientaciones metodológicas de este documento y los requerimientos de información de los términos de referencia, con el fin de decidir qué información incluir en los estudios ambientales, es necesario evaluar qué directrices dadas por estas herramientas permiten cumplir con el propósito de los estudios ambientales de forma más efectiva, esto es, suministrar información para que las autoridades ambientales se pronuncien sobre las alternativas o sobre la viabilidad ambiental de los proyectos. La decisión sobre qué lineamiento metodológico o requerimiento de información se sigue en los estudios ambientales, debe procurar el mayor beneficio en la obtención de información oportuna y de calidad para los propósitos del licenciamiento ambiental.

Es importante que cuando un lineamiento metodológico de este documento o un requerimiento específico de los términos de referencia no aplique al estudio ambiental objeto de elaboración, se justifique de manera concisa la decisión de no incorporarlo señalando los argumentos científicos, técnicos o jurídicos que sustentan tal determinación. De igual forma, es necesario señalar las razones científicas, técnicas o jurídicas que soportan la incorporación de métodos o procedimientos no establecidos en este documento o en los términos de referencia.

Para la elaboración de estudios ambientales de proyectos, obras o actividades localizados en sistemas marino-costeros y oceánicos donde los lineamientos de la MGEPEA puedan requerir mayor especificidad, es necesario complementar tales

orientaciones con los requerimientos y métodos contenidos en los términos de referencia o en los documentos que sobre estos sistemas adopte Minambiente.

Otro asunto que resulta importante señalar es que la MGEPEA es una herramienta complementaria que no sustituye los métodos y mecanismos específicos existentes, disponibles o recomendados para generar la información que se debe presentar a las autoridades ambientales mediante un estudio ambiental. La descripción de tales métodos y mecanismos se encuentra, entre otras fuentes, en procedimientos disciplinares, normativas, estándares, guías y protocolos, de manera que su selección y aplicación es responsabilidad del equipo que elabora el estudio.

Por otra parte, este documento no establece las escalas con las cuales debe ser elaborada y presentada la información geográfica del estudio ambiental; no obstante, como regla general, se deben emplear escalas que permitan el procesamiento y análisis de información de acuerdo con las particularidades del proyecto, obra o actividad que se pretende ejecutar, de los impactos ambientales que dicha ejecución genera, de la efectividad de las medidas de manejo que se planea implementar y de la viabilidad ambiental de desarrollar una alternativa o un proyecto.

La escala varía dependiendo de la dimensión del proyecto, de la extensión del área en donde se manifiestan sus impactos ambientales significativos y del fenómeno o característica a la cual se refiera el factor o componente particular que es objeto de análisis. La selección de la escala de la información geográfica es igualmente responsabilidad del equipo profesional que elabora el estudio, y no debe ser más general que la mínima establecida en los términos de referencia. Es una buena práctica procurar el mejoramiento del detalle cuando la información esté disponible o la evaluación de las alternativas o el proyecto lo ameriten.

Un lineamiento metodológico de carácter general que es fundamental tener en consideración al momento de emprender la elaboración de estudios ambientales, e inclusive de forma previa, en las instancias más tempranas de la concepción de un proyecto, obra o actividad sujeto a licenciamiento ambiental, es la identificación de las determinantes[9] y otras figuras incorporadas en los instrumentos de ordenamiento territorial, dado que estos instrumentos al mismo tiempo que señalan los usos óptimos

[9] Figuras que, al ser adoptadas mediante acto administrativo, gozan de vida propia y, por tanto, deben ser incorporadas en los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial. Se refiere fundamentalmente a las determinantes relacionadas con la conservación, la protección del ambiente y los ecosistemas, el ciclo del agua, los recursos naturales, la prevención de amenazas y riesgos de desastres, la gestión del cambio climático y la soberanía alimentaria, pero también incluye aquellas de especial interés para proteger el derecho humano a la alimentación de los habitantes del territorio nacional localizadas dentro de la frontera agrícola (p. ej. las Áreas de Protección para la Producción de Alimentos -APPA).

y factibles del suelo, concertados en el ámbito de la planificación territorial, fijan restricciones para el desarrollo de ciertas actividades. El proceso de licenciamiento ambiental debe acatar lo establecido en los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial[10] y contribuir positivamente al cumplimiento de los objetivos que se han propuesto alcanzar.

Los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), los Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT), los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), los Planes de Ordenamiento Ambiental Indígena (POAI) y los componentes en materia ambiental de los planes de vida y los planes de etnodesarrollo[11], los reglamentos indígenas dirigidos a administrar, preservar, conservar, proteger, restaurar, y fortalecer o rescatar, las estrategias de organización socio ambiental del territorio, así como las herramientas de ordenamiento y gestión ambiental como los Planes de ordenación y manejo de cuencas (Pomca), los Planes de ordenación y manejo integrado de las unidades ambientales costeras (Pomiuac), los Planes de manejo de áreas protegidas del Sistema nacional de áreas protegidas (Sinap), los planes de manejo de ecosistemas estratégicos, entre otras, son de consulta y referencia obligatoria, en la medida que establecen la planeación y gestión ambiental y territorial de largo plazo, las pautas para administrar y orientar el desarrollo de municipios, territorios y regiones, los lineamientos de utilización, ocupación y transformación del suelo, y el cumplimiento de objetivos de conservación.

Estos mecanismos de planeación territorial incorporan las determinantes al modelo de ocupación territorial para asegurar que las actividades socioeconómicas no deterioren los valores ambientales y la funcionalidad del territorio; tenerlos en cuenta desde etapas tempranas de planeación, brinda elementos para armonizar los proyectos, obras o actividades con el territorio y también, asegura que los estudios ambientales tengan un sólido contexto territorial y permitan a las autoridades ambientales tomar las decisiones que garanticen la reducción de los impactos ambientales negativos y el aumento de los positivos en cada una de sus etapas de ejecución, por ello, resulta fundamental el acercamiento oportuno y contacto permanente con las autoridades ambientales y territoriales con jurisdicción en el área de referencia.

En la medida en que la información contenida en los estudios ambientales sea clara, precisa, transparente y señale de manera oportuna los impactos ambientales

[10] Sin perjuicio de lo dispuesto en los Decretos 2201 de 2003 y 1077 de 2015, o en la norma que los modifique o sustituya, sobre los proyectos, obras o actividades considerados de utilidad pública e interés social por el legislador.
[11] Se debe tener en cuenta que el parágrafo 3 del artículo 10 de la Ley 388 de 1997 (modificado por el artículo 32 de la Ley 2294 de 2023) establece que “los fundamentos definidos por los pueblos y comunidades indígenas serán vinculantes para todos los actores públicos y privados en sus territorios y territorialidades".

negativos y positivos que puede conllevar la ejecución de un proyecto, obra o actividad, se enmarque en la práctica de la debida diligencia en derechos humanos y tenga las características que se han calificado como esenciales, el proceso de licenciamiento ambiental se convierte en un instrumento que contribuye a optimizar las inversiones en un contexto de participación ciudadana y propicia el cumplimiento de los mandatos de la Constitución Política y de los tratados internacionales incorporados en el ordenamiento jurídico colombiano respecto de la participación pública en las decisiones que pueden afectar el derecho a gozar de un ambiente sano.

Finalmente, es necesario desarrollar las orientaciones y especificaciones de la MGEPEA según se establezca en los documentos o protocolos elaborados con motivo de órdenes judiciales, en caso de aplicar. Por ejemplo, el documento *Lineamientos para la elaboración de protocolos para la salvaguarda y protección de cuerpos de presuntas víctimas del conflicto armado colombiano en proyectos de infraestructura de transporte*, desarrollado en cumplimiento de la orden cuarta del Auto AI 070 de 2022 de la Jurisdicción Especial para la Paz, dicta orientaciones específicas para los proyectos, obras o actividades del sector de infraestructura de transporte.

e) Sobre el enfoque de derechos humanos en la elaboración de estudios ambientales

La Corte Constitucional ha reiterado que la protección del ambiente constituye un presupuesto para la garantía efectiva de los derechos humanos (Sentencias T-411 de 1992, T-299 de 2008 y T-622 de 2016), lo que supone para autoridades ambientales y particulares la adopción de medidas preventivas frente a los impactos ambientales y su posible incidencia sobre tales derechos.

En este sentido, el enfoque en derechos humanos en el marco del licenciamiento ambiental se basa en la relación de interdependencia e indivisibilidad que existe entre el derecho a gozar de un ambiente sano y los demás derechos humanos. El enfoque busca que los actores que intervienen en el licenciamiento sean conscientes de que la disminución de la integridad ambiental (ambiente sano), traducida en términos de impactos a los servicios ecosistémicos, afecta negativamente los derechos conexos e incide en el goce efectivo de éstos.

Es por ello que la formulación consciente de proyectos y el correcto planteamiento y aplicación de medidas de prevención, mitigación y corrección, constituye el principal mecanismo para manejar impactos ambientales que, de materializarse sin ningún control, podrían incidir negativamente sobre derechos como la salud, la integridad personal, el territorio y la vida digna.

El desarrollo del enfoque en la fase de elaboración de los estudios ambientales resalta la relación entre el derecho al ambiente y sano y otros derechos humanos y apela a la aplicación de la debida diligencia en materia de derechos humanos y al cumplimiento del deber de respeto a los derechos humanos que le asiste a los formuladores de estos estudios.

En este sentido, la MGEPEA establece una serie de orientaciones que permiten que los formuladores de los estudios ambientales reconozcan las relaciones de interdependencia ambiente-derechos humanos y que apliquen estándares mínimos de comportamiento, lo cual facilita el cumplimiento de su deber de respeto de los derechos humanos y, en general, evitar el desarrollo de acciones que incidan negativamente en ellos.

Las orientaciones de la MGEPEA no son contrarias a buenas prácticas, recomendaciones y guías para la incorporación de los derechos humanos en la evaluación de impacto ambiental o, en general, en la formulación e implementación de proyectos de desarrollo. De hecho, se alienta a los formuladores de estudios ambientales a recurrir a documentos como los Principios rectores sobre las empresas y los derechos humanos de Naciones Unidas para el desarrollo de las actividades requeridas en la formulación de estudios ambientales.

De otra parte, dado que la información que se presenta ante las autoridades ambientales es de acceso público, los DAA y EIA formulados aplicando el enfoque en derechos humanos se convierten en instrumentos que permiten implementar el Acuerdo de Escazú. Lo anterior, en razón a que facilitan el acceso oportuno y efectivo a información relevante para las personas o entidades interesadas en temas ambientales y en la salvaguarda de los derechos humanos (como organizaciones sociales o entidades con competencia en la protección de derechos) y, a que promueven condiciones propicias para la garantía del derecho fundamental a la participación.

El enfoque en derechos humanos debe aplicarse durante todo el proceso de formulación de estudios ambientales. No obstante, el enfoque tiene especial relevancia y protagonismo en el desarrollo de actividades como la planeación y ejecución de los espacios de participación pública, la caracterización ambiental, la descripción del proyecto, la evaluación ambiental y el plan de manejo ambiental.

La planeación y ejecución de ***los espacios de participación pública*** es una actividad clave para la aplicación del enfoque en derechos humanos en la elaboración de estudios ambientales. Abordar esta actividad formulando y adoptando medidas para la atención de la conflictividad, considerando las particularidades de los grupos de interés y posibilitando la comunicación permanente y de doble vía para recibir, estudiar

y considerar los aportes de los grupos de interés, constituye un mecanismo importante para materializar los derechos de acceso a la información y a la participación pública, así como para aplicar la debida diligencia en materia de derechos humanos.

Asimismo, al desarrollar las actividades de ***caracterización ambiental*** implementando las medidas de atención de la conflictividad formuladas en el marco del proceso de participación, es posible prevenir conflictos socioambientales y recabar entre otra información, aquella referida a los contextos de riesgo para la participación en asuntos ambientales (a partir de información oficial), a los titulares de derechos que podrían verse en riesgo y/o vulneración por los impactos ambientes del proyecto, a las situaciones y dinámicas territoriales que pueden incidir en los derechos humanos y, a las organizaciones de derechos humanos y comunitarias. Adicionalmente, la caracterización ambiental permite hacer evidente para el área objeto de estudio, cuáles son las relaciones específicas entre las condiciones ambientales y los derechos conexos al derecho a un ambiente limpio, saludable y sostenible a través de la evaluación de los servicios ecosistémicos.

En la ***descripción del proyecto*** de los EIA, el enfoque de derechos humanos se implementa señalando cómo las características de diseño, tecnología y localización del proyecto, a la vez que permiten su objetivo económico y productivo, consideraron opciones que previenen que los impactos a los servicios ecosistémicos incidan negativamente en los derechos humanos.

Por otra parte, la relación de causalidad entre impactos ambientales e incidencia en derechos humanos se emplea para desarrollar la ***evaluación ambiental***. Así, con el fin de evaluar los impactos que generaría la ejecución del proyecto, es necesario prever cómo estas alteraciones ambientales inciden sobre los derechos humanos conexos al derecho a un ambiente limpio, saludable y sostenible, considerando entre otros insumos, las relaciones de dependencia de personas y comunidades a los servicios ecosistémicos.

La formulación del ***Plan de manejo ambiental*** contribuye y refuerza, desde la responsabilidad de los titulares de las licencias ambientales (en caso de que obtengan esta autorización), la protección que el Estado ejerce sobre los derechos humanos conexos al derecho humano a un ambiente limpio, saludable y sostenible. Así, en la formulación de las medidas para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales se debe argumentar, dada la conexidad señalada previamente, cómo previenen la incidencia de los impactos sobre los derechos humanos.

Al igual que sucede con los lineamentos metodológicos sobre otras cuestiones en la MGEPEA, las orientaciones sobre derechos humanos deben adaptarse a las

particularidades de cada caso concreto; así, las características del proyecto y las condiciones ambientales del área objeto de estudio (p. ej. conflictos socioambientales, servicios ecosistémicos, estado en la calidad del agua, del aire o del suelo) determinan cómo desarrollar las orientaciones sobre derechos humanos.

Con la aplicación de las orientaciones metodológicas contenidas en la MGEPEA, del deber de respeto por los derechos humanos y de la debida diligencia en materia de derechos humanos durante la elaboración de estudios ambientales, se actúa de manera armónica con la normativa y política ambientales, con los principios fijados en la Ley 99 de 1993 y se contribuye a la promoción de la justicia ambiental en el licenciamiento ambiental.

f) Sobre la integralidad de los estudios ambientales

En consonancia con la realidad sistémica propia de cualquier territorio, la elaboración de los estudios ambientales debe basarse en las múltiples y complejas relaciones que se presentan en el área de referencia (área de estudio para el DAA y área de influencia para el EIA), procurando que las alternativas y proyectos, obras o actividades para los cuales se elaboran, sean estructurados bajo una racionalidad ambiental que permita su inserción en el territorio sin conllevar deterioro ambiental.

La información de los capítulos de descripción del proyecto y caracterización ambiental (que se presenta clasificada por factores, componentes y medios) debe conjugarse, a fin de clarificar las implicaciones ambientales del proyecto, obra o actividad. La ocupación del territorio, la transformación social, económica, cultural y ambiental, el cambio en el uso de recursos naturales, la producción, emisión y vertimiento de contaminantes y las modificaciones directas o indirectas que se causan a los ecosistemas, a sus servicios, a los paisajes y a las sociedades que conviven en ellos, constituyen transformaciones que deben ser tratadas de forma integral a fin de determinar las mejores alternativas y la pertinencia de ejecutar el proyecto, obra o actividad.

Esta necesaria integralidad de los estudios ambientales conlleva, entre otras cuestiones, a determinar y evaluar los impactos sinérgicos que dadas las condiciones ambientales (abióticas, bióticas y socioeconómicas) y las actividades y proyectos presentes en el área de referencia, puedan sobrevenir como consecuencia de la ejecución del proyecto, obra o actividad objeto de formulación. La determinación y evaluación debe extenderse a los impactos acumulativos que se sumarían en el tiempo y el espacio a los ya existentes en el área de referencia. Asimismo, es importante estudiar las actividades y relaciones que causan múltiples impactos o que potencian otros, con el propósito de plantear alternativas y formular medidas de manejo que permitan gestionar varios impactos a la vez.

La integralidad de los estudios ambientales es especialmente notoria en temas como el cambio climático que, a pesar de desarrollarse en un numeral específico, está presente de forma estructural en el contenido en otros apartados. En este sentido, numerales como Descripción del proyecto, Caracterización ambiental, Evaluación ambiental, Plan de manejo ambiental y Dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo deben incorporar de forma armónica consideraciones sobre cambio climático para que, en efecto, los proyectos, obras o actividades mitiguen GEI y se adapten al cambio climático de forma eficaz.

La elaboración y presentación de los estudios ambientales debe asegurar un hilo conductor entre los diferentes capítulos, no solo para los propósitos de la evaluación competencia de la autoridad ambiental sino también, para facilitar la toma de decisiones del equipo estructurador en relación con la ubicación, el trazado, las tecnologías aplicadas, los recursos ingenieriles a emplear, los recursos económicos que se requiere disponer para su ejecución y las características de los planes de manejo ambiental para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales que producen las alternativas o un determinado proyecto, obra o actividad en un territorio específico.

En aras de la transparencia y rigor técnico de los estudios, éstos deben presentar de forma completa y detallada las metodologías que se utilizaron para su elaboración, incluyendo los procedimientos de recolección, procesamiento y análisis de la información, grado de incertidumbre, memorias de cálculo, fechas o períodos a los que corresponde el levantamiento de ésta, así como los mecanismos de convocatoria a los procesos de participación, las acciones adelantadas para garantizar la participación de personas o grupos con mayores dificultades para acceder a la información[12], la trazabilidad técnica de los instrumentos de consulta y recolección de los aportes de los grupos de interés, entre otras.

Igualmente, la elaboración de estudios ambientales debe estar a cargo de un conjunto de profesionales de diferentes áreas del saber que, de forma interdisciplinar, integren las visiones y conocimientos de sus especialidades (naturales y sociales) y así construyan documentos que reflejen coherentemente la complejidad ambiental. Es necesario señalar qué profesionales hicieron parte del equipo que participó en la elaboración del estudio, especificando sus disciplinas y tiempo de experiencia en temas relacionados.

[12] Hace referencia a las personas que tienen mayor dificultad para informarse y participar de manera efectiva por diversas situaciones, entre ellas, limitaciones tecnológicas, auditivas, por tener una lengua diferente al castellano o vivir en espacios territoriales de difícil acceso.

2. FUENTES DE INFORMACIÓN

Las Tablas 1 a 4 muestran las fuentes de información secundaria que es posible emplear para el cumplimiento de las especificaciones técnicas de caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico a desarrollar como parte de la elaboración de los estudios ambientales. Es importante tener en cuenta que es posible emplear información de estas u otras fuentes, sean de entidades del Estado o no, siempre y cuando provean información que cumpla con las características de calidad requeridas y su escala espacial y temporal tenga por lo menos el mismo grado de detalle solicitado en los términos de referencia[13].

Tabla 1. Listado de fuentes de información cartográfica

Tipo	Fuente principal	Observaciones
Cartografía básica	IGAC, Dimar, CIOH, Invemar.	Se puede actualizar o ajustar la cartografía a partir de información primaria y secundaria, siguiendo los estándares de generación de cartografía del IGAC; asimismo, dicha actualización puede tomar como insumo las imágenes de sensores remotos (imágenes de satélite, ortofotografías, imágenes radar y lidar, entre otras) disponibles en diferentes fuentes. Para la elaboración de cartografía básica se debe tener en cuenta las especificaciones del IGAC, ente rector en la producción de información geográfica y cartográfica en el país. Para la batimetría se deben tener en cuenta las especificaciones del Servicio Hidrográfico Nacional de CIOH a cargo de la Dimar, ente rector en la producción de información geográfica y cartográfica en las zonas costeras y marinas del país (cuencas Pacífico y Caribe), puertos, aguas interiores marítimas, mar territorial, principales ríos ubicados en la zona de frontera, desembocadura del río Magdalena, canales intercostales y tráfico marítimo y fluvial. También es posible consultar en el Geovisor de Invemar, el régimen común de Jamaica y el Sistema para el soporte a la toma de decisiones de las Áreas Marinas Protegidas de Colombia (SSD – SAMP). Asimismo, existen bases de datos internacionales de

[13] En caso de que en las fuentes secundarias no se encuentre información con las cualidades requeridas, la orientación metodológica para cumplir con las especificaciones técnicas de caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico es obtener, procesar y analizar información primaria.

Tipo	Fuente principal	Observaciones
		batimetrías como https://www.ncei.noaa.gov/products/etopo-global-relief-model y www.gebco.net
Cartografía temática	IGAC, Dimar, SGC, autoridades ambientales, Ideam, DANE, POT, PBOT, EOT, entes territoriales.	Se puede ajustar la cartografía a partir de información primaria o secundaria, siguiendo los estándares en generación de cartografía del IGAC; asimismo, dicha actualización puede tomar como insumo las imágenes de sensores remotos (imágenes de satélite, ortofotografías, imágenes radar y lidar, entre otras) disponibles en diferentes fuentes. Para la construcción o elaboración de cartografía temática se deben tener en cuenta las especificaciones del IGAC, así como los estándares emitidos por las entidades oficiales, y lo solicitado en los términos de referencia.

Tabla 2. Fuentes de información del medio abiótico

Componente	Fuente principal	Otras fuentes
Geológico	SGC.	IGAC, Ideam, ANH, ANM, autoridades ambientales, entidades territoriales, estudios ambientales, universidades, estudios científicos y gremios.
Geomorfología	IGAC y SGC.	Autoridades ambientales, entidades territoriales, estudios ambientales, universidades y estudios científicos.
Geotecnia	SGC, autoridades ambientales, entidades territoriales y SNGRD.	Autoridades ambientales, entidades territoriales, estudios ambientales, universidades y estudios científicos.
Edafológico	IGAC, Agrosavia e Ideam.	Autoridades ambientales, entidades territoriales, Sinchi, IIAP, centros de investigación y estudios ambientales.
Oceanográfico	Dimar, CIOH y CCCP.	Fuentes de internet, estudios ambientales y CCO (en cuanto a políticas y desarrollo sostenible del océano).
Hidrológico	Ideam, autoridades ambientales, entidades territoriales, ADR, ANT y SIRH.	Autoridades ambientales, institutos de investigación (de universidades u otras entidades), UNGRD, estudios ambientales y PORH.
Calidad del agua	Ideam, Invemar, SIRH, autoridades ambientales (en especial Cormagdalena) y entidades territoriales.	Institutos de investigación, fuentes de Internet documentadas, estudios ambientales y PORH.
Uso del agua	Autoridades ambientales y entidades territoriales.	Ideam, Invemar, SIAC, estudios ambientales y PORH.

Componente	Fuente principal	Otras fuentes
Hidrogeológico	Minambiente, SGC, SIRH, IDEAM, autoridades ambientales y entidades territoriales.	ANM, Estudios ambientales e investigaciones, universidades y estudios hidrogeológicos.
Atmosférico	Ideam, Sisaire, autoridades ambientales, Dimar y Aerocivil.	Universidades, estudios ambientales, estaciones climáticas privadas y entidades territoriales.
Paisaje	IGAC, Institutos de Investigación, ANH, autoridades ambientales y entidades territoriales.	Institutos de investigación, universidades y estudios ambientales.

Tabla 3. Fuentes de información del medio biótico

Componente		Fuente principal	Otras fuentes
Ecosistemas terrestres	**Flora**	IGAC, institutos de investigación (ICN, universidades, entre otros), Ideam, PNN, RESNATUR, Instituto Humboldt, IIAP, Sinchi, SiB Colombia, SiBM, SIAC, herbarios que se encuentren en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC), jardines botánicos, autoridades ambientales, libros rojos, guías generales de flora, publicaciones científicas (p. ej. artículos científicos, libros, capítulos de libros) y planes de manejo de áreas protegidas.	Estudios ambientales, estudios florísticos, POT, PBOT, EOT, Pomca, ONG y asociaciones especializadas.
	Fauna	Instituto Humboldt, IIAP, Sinchi, Ideam, ADR, ANT, institutos de investigación, SiB Colombia, SiBM, SIAC, AICA, colecciones científicas del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia, colecciones biológicas, centros de documentación de autoridades ambientales, libros rojos, guías generales de fauna, publicaciones científicas (p. ej. artículos científicos, libros, capítulos de libros) y planes de manejo de áreas protegidas.	Estudios ambientales, estudios faunísticos, Pomca y asociaciones especializadas.
Ecosistemas acuáticos	**De agua dulce**	Ideam, Instituto Humboldt, Sinchi, IIAP, Minambiente, SiB Colombia, Aunap, autoridades ambientales, libros rojos, guías generales de peces, publicaciones científicas (p. ej. artículos científicos, libros, capítulos de libros) y planes de manejo de áreas protegidas.	Estudios ambientales, investigaciones y estudios elaborados por universidades o institutos de investigación, Pomca y PORH.
	Marinos	Invemar, SiB Colombia, Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM), Aunap, autoridades ambientales, centros de investigación (ICN, CCCP, CIOH, entre otros), libros rojos y planes de manejo de áreas protegidas.	Estudios ambientales, investigaciones y estudios elaborados por universidades o institutos, asociaciones

			especializadas y Pomiuac.

Tabla 4. Fuentes de información del medio socioeconómico

Componente	Fuente principal	Otras fuentes
Demográfico **Espacial** **Económico**	DANE, Sisbén, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio del Interior, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Ministerio de Transporte, agendas de competitividad del DNP, Agencia Nacional para la Superación de la Pobreza Extrema (ANSPE), Departamento Administrativo para la Prosperidad Social (DPS), Agencia Nacional de Tierras, Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas, Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas, Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), Sociedad de Activos Especiales (SAE), Alcaldías municipales, Gobernaciones, Radio Televisión Nacional de Colombia, Unidad Administrativa Especial de Organizaciones de Economía Solidaria (UAEOS), SIGOT, IGAC, SIAC y entidades territoriales. Organizaciones internacionales como Organización Internacional del Trabajo (OIT), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Organización de las Naciones Unidas (ONU).	Estudios demográficos, espaciales o económicos, asociaciones especializadas y estudios ambientales.
Cultural	ICANH, ADR, ANT, DANE, DNP, PNN, Ministerio de Cultura, Ministerio del Interior, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Autoridad Nacional de Consulta Previa, Consejería Presidencial para la Equidad de la Mujer, Consejería Presidencial para los Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario y Centro Nacional de Memoria Histórica (CNMH), Comisión Nacional de Territorios Indígenas.	Estudios culturales, estudios étnicos, estudios ambientales, ciencia tradicional, institutos de investigación (de universidades u otras organizaciones), ONG y organizaciones indígenas y afrocolombianas.

Componente	Fuente principal	Otras fuentes
Político organizativo	Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (DAPRE), Consejería Presidencial para los Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario, Defensoría del Pueblo, Ministerio del Trabajo, Ministerio del Interior, Entidades territoriales, DANE, agendas de competitividad del DNP, IGAC, UAEGRTD, SIAC y observatorios de paz regionales.	Estudios político-organizativos, institutos de investigación (de universidades u otras organizaciones), estudios ambientales, POT, PBOT y EOT.
Tendencias del desarrollo	Planes de las entidades territoriales (Plan de desarrollo departamental, POT, PBOT, EOT), Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), Pomca, PORH, DNP, DANE, Ministerio de Cultura, Consejería Presidencial para los Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario, Sociedad de Activos Especiales (SAE), Agencia de Desarrollo Rural (ADR), Agencia de Renovación del Territorio (ART), Unidad Administrativa Especial de Organizaciones de Economía Solidaria (UAEOS), Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE), Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (DAPRE), Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), Planes de vida de comunidades étnicas, los planes de ordenamiento ambiental étnico y Planes de desarrollo sostenible de las zonas de reserva campesina, Planes de vida digna de los territorios agroalimentarios.	Estudios regionales, institutos de investigación (de universidades u otras organizaciones).
Conflictividad socioambiental	DAPRE, DNP, DANE, Ministerio del Interior, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de Transporte, Ministerio de Cultura, Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Justicia y del Derecho, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio del Trabajo, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Ministerio del Deporte, Ministerio de Igualdad y Equidad, AUNAP, PNN, CNMH, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), INVIMA, IDEAM, ICANH, IGAC, UNP, Agencia	Estudios político-organizativos, institutos de investigación de universidades u otras organizaciones, relatorías e informes del Sistema Universal de Derechos Humanos y del Sistema Interamericano de Derechos Humanos

Componente	Fuente principal	Otras fuentes
	Nacional de Defensa Jurídica del Estado (ANDJE), Unidad de Restitución de Tierras (URT), Unidad Administrativa Especial para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (UAEARIV), UAEOS, Agencia para la Reincorporación y Normalización (ARN), observatorio de conflictos ambientales de la Universidad Nacional, investigaciones y publicaciones de la Universidad Externado de Colombia, alertas tempranas de la defensoría del pueblo, relatorías de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), ART, ADR, ANH, ANM, Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), Agencia Nacional de Tierras (ANT), Instituto Nacional de Salud (INS), SGC, SAE, Sinchi, IIAP, Invemar, Instituto Humboldt.	

Adicionalmente, en la Tabla 5, se listan algunas fuentes de Internet que pueden ser útiles durante la elaboración de los estudios:

Tabla 5. Entidades, sistemas y herramientas de utilidad para elaborar estudios ambientales

Entidad	Vínculo
Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de Norteamérica	https://espanol.epa.gov/
Agencia Nacional de Hidrocarburos	https://www.anh.gov.co/
Agencia Nacional de Minería	http://www.anm.gov.co/
American museum of natural history	https://amphibiansoftheworld.amnh.org/
American society for microbiology	https://asm.org/
ANLA. Análisis geográfico de información en el licenciamiento ambiental de ANLA (SIGWEB)	https://sig.anla.gov.co/seleccion.aspx
ANLA. Apuestas por la biodiversidad	https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos/apuestas-por-la-biodiversidad/cual-es-la-apuesta
ANLA. Centro de Monitoreo	https://www.anla.gov.co/proyectos-anla/centro-de-monitoreo/
ANLA. Eureka	https://www.anla.gov.co/eureka/
ANLA. Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales	https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos/nuevo-licenciamiento-ambiental/en-que-consiste
Asociación colombiana de ictiólogos (ACICTIOS)	https://acictios.org/listado-de-peces-de-agua-dulce-de-colombia/
Asociación red colombiana de reservas naturales de la sociedad civil (RESNATUR)	https://www.resnatur.org.co/
Base de datos de Estadísticas Laborales de la Organización Internacional del Trabajo (ILOSTAT)	https://ilostat.ilo.org/es/
Bucknell Univesity - Mammal Species of the World	http://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/browse.asp
California Academy of Sciences - Eschmeyer's Catalog of Fishes	https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp
Centro de Investigación Oceánica IFM-GEOMAR Helmholtz	http://www.ifm-geomar.de/ifm-geomar/

Entidad	Vínculo
Centro de Investigación y Educación Popular (CINEP)	https://cinep.org.co/
Centro de investigaciones oceanográficas e hidrográficas del Caribe (CIOH)	https://www.cioh.org.co/
Centro de investigaciones oceanográficas e hidrográficas del Pacífico (CCCP)	https://www.cccp.org.co/
Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo (CIDER)	https://cider.uniandes.edu.co/
CITES. Apéndices I, II y III	https://cites.org/esp/app/appendices.php
Clínica Jurídica de Medio Ambiente y Salud Pública de la Universidad de los Andes	https://clinicamasp.uniandes.edu.co/
ColFungi	https://colfungi.org/
Comisión Colombiana del Océano	http://www.cco.gov.co/
Comisión de la Verdad	https://comisiondelaverdad.co/
Comisión Interamericana de Derechos Humanos	https://www.oas.org/es/cidh/
Comisión Intereclesial de Justicia y Paz CIJP	https://www.justiciaypazcolombia.com/
Consejo de Derechos Humanos de la Organización de las Naciones Unidas	https://www.ohchr.org/es/hrbodies/hrc/home
Consortium of North American Lichen Herbaria (CNALH)	https://lichenportal.org/portal/index.php
Corte Interamericana de Derechos Humanos	https://www.corteidh.or.cr/
Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)	https://www.dane.gov.co/
Departamento Nacional de Planeación (DNP)	https://www.dnp.gov.co/
Dirección General Marítima	https://www.dimar.mil.co/
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)	http://www.flacso.org/
Fish Base	https://www.fishbase.de/home.htm

Entidad	Vínculo
Global Biodiversity Information Facility	https://www.gbif.org/
iNaturalist	https://colombia.inaturalist.org/
Instituto amazónico de investigaciones científicas Sinchi	https://www.sinchi.org.co/
Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia	http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)	http://www.ideam.gov.co/
Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt	http://www.humboldt.org.co/es/; http://biomodelos.humboldt.org.co/; http://www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/publicaciones?searchword=rojos&st=all&category_id=2
Instituto de investigaciones ambientales del Pacífico	https://iiap.org.co/
Instituto de investigaciones marinas y costeras José Benito Vives de Andréis (Invemar)	http://www.invemar.org.co/
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)	https://www.igac.gov.co/
Instituto Nacional de Vías (Invias)	https://www.invias.gov.co/
Intergovernmental Oceanographic Commission	https://ioc.unesco.org/
Jurisdicción Especial para la Paz	https://www.jep.gov.co/JEP/Paginas/Jurisdiccion-Especial-para-la-Paz.aspx
Laboratorio de ornitología de Cornell	https://ebird.org/home
Lista y mapas de distribución de los anfibios de Colombia	https://www.batrachia.com/
Louisiana museum of natural history	https://www.lsu.edu/mns/index.php
Ministerio de Cultura	https://mincultura.gov.co/
Ministerio de Justicia y del Derecho	https://www.minjusticia.gov.co/
Ministerio de Minas y Energía	https://www.minenergia.gov.co/

Entidad	Vínculo
Ministerio de Transporte	https://www.mintransporte.gov.co/
Missouri Botanical Garden. Tropicos.org	https://www.tropicos.org/home
National centers for coastal ocean science	https://coastalscience.noaa.gov/
National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	https://oceanservice.noaa.gov/; https://coast.noaa.gov/nerrs/
Observatorio colombiano de las mujeres	https://observatoriomujeres.gov.co/
Observatorio de Conflictos Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia	http://oca.unal.edu.co/
Observatorio Javeriano de Juventud	https://observatoriojuventud.javeriana.edu.co/
Ocean biodiversity information system	https://obis.org/
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	http://www.fao.org/home/en/
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco)	https://es.unesco.org/
Organización Internacional del Trabajo (OIT)	https://www.ilo.org/global/lang--es/index.htm
Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN)	https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/
Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish	https://www.epa.gov/wqc/rapid-bioassessment-protocols-use-streams-and-wadeable-rivers-periphyton-benthic
Red de datos e información oceanográfica	http://odincarsa.iode.org/
Servicio Geológico Colombiano (SGC)	https://www.sgc.gov.co/
Sistema de información ambiental marina	https://siam.invemar.org.co/
Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC)	http://www.siac.gov.co/
Sistema de información de alertas tempranas	http://www.tremarctoscolombia.org/
Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial Nacional (Sigot)	https://sigot.igac.gov.co/

Entidad	Vínculo
Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia)	https://biodiversidad.co/
Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres	http://www.gestiondelriesgo.gov.co/index.aspx
Sistema para el análisis geográfico de información en el licenciamiento ambiental	http://sig.anla.gov.co/index.aspx
Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Setac)	https://www.setac.org/
Subsistema de Información Sobre Calidad del Aire (Sisaire)	http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/
Superintendencia de transporte	https://www.supertransporte.gov.co/
The extension toxicology network	http://extoxnet.orst.edu/
The international union for conservation of nature's red list of threatened species	https://www.iucnredlist.org/
The IUCN Red List of threaetened species	https://www.iucnredlist.org/
The Plant List. A working list of all plant species	http://www.theplantlist.org/
The reptile database	http://www.reptile-database.org/
The Smithsonian institution	https://www.si.edu/
Unidad de Planeación de Infraestructura de Transporte (UPIT)	https://mintransporte.gov.co/publicaciones/10786/unidad-de-planeacion-de-infraestructura-de-transporte/
Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)	https://www1.upme.gov.co/
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres	https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/
United States Environmental Protection Agency (EPA)	https://www.epa.gov/
United States Geological Survey	https://pubs.er.usgs.gov/; https://search.usgs.gov/; https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources
Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea (Vital)	http://vital.minambiente.gov.co/SILPA/TestSilpa/security/login.aspx

3. ESPECIFICACIONES DOCUMENTALES DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES

3.1 PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO

La presentación del documento del estudio ambiental o de documentos con información complementaria debe tener en cuenta las normas técnicas colombianas expedidas por el ICONTEC, específicamente la NTC 3575 “Documentación. Presentación de informes científicos y técnicos”, la NTC 1075 “Documentación. Guía para numeración de divisiones y subdivisiones en documentos escritos” y NTC 6166 “Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura” o aquellas que las actualicen o complementen; alternativamente, es posible emplear el estilo APA para la presentación de los estudios ambientales.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta la normativa en materia de gestión documental vigente, en particular el artículo 30 del Decreto 2609 de 2012 (compilado en el Decreto 1080 de 2015), o de aquel que lo modifique o sustituya.

La edición del documento debe mantener una subdivisión de los capítulos por temas, procurando una presentación que permita facilidad y claridad durante la lectura; asimismo, los términos técnicos que no tengan un uso común deben explicarse. Con el fin de asegurar que la estructura, contenidos, textos y conceptos desarrollados en los estudios ambientales sean de fácil comprensión, es posible emplear las guías de lenguaje claro de diversas entidades del Estado.

Los procedimientos de recolección de datos técnicos deben estar de acuerdo con lo establecido por las entidades o institutos encargados del manejo de éstos. En el caso de utilizar datos no oficiales es imprescindible explicar las razones para su empleo y la importancia para ser considerados dentro del estudio.

Se debe mantener uniformidad en las unidades de medida de acuerdo con la NTC 1000 “Metrología. Sistema internacional de unidades” o aquella que la actualice o complemente.

Las magnitudes físicas que se registren en los estudios ambientales deben estar expresadas en las unidades previstas en la NTC 1000, 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).

3.2 ESPECIFICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

La información que se presente en el estudio ambiental debe ser legible a fin de que las autoridades ambientales puedan evaluarlo de forma eficiente. Teniendo en cuenta las especificaciones técnicas descritas anteriormente, la presentación del estudio ambiental y sus respectivos anexos, debe seguir las siguientes indicaciones con respecto a los formatos, estructura, nomenclatura, entre otros.

Asimismo, los valores numéricos correspondientes a coordenadas proyectadas, áreas, perímetros y longitudes, deben ser presentados con al menos dos decimales en los numerales de los estudios ambientales y anexos en los que se incluyan.

3.2.1 Formatos de archivos

La elaboración del estudio ambiental requiere el levantamiento, análisis y procesamiento de información de diversas fuentes, de las cuales se pueden obtener evidencias o soportes almacenados en archivos digitales de texto, imagen, audio, video, entre otros. Para la presentación de esta información, ya sea en el documento del estudio o dentro de los anexos, se deben utilizar los siguientes formatos, pues permiten visualizar y utilizar la información a la vez que optimizan el tamaño de los archivos:

Tabla 6. Formatos de archivos

Tipo de archivos	Formatos recomendados
Texto	pdf, A full text, docx.
Imágenes o fotografías	jpg, png, bmp.
Fílmicos o videos	Mpeg, Mp4.
Audio	Mp3, AAC, Flac.
Tablas, formatos o matrices	xlsx, csv, tsv, txt delimitado por tabulaciones.
Soportes o documentos físicos digitalizados	pdf.

3.2.1.1 Archivos de texto

Los documentos del estudio y sus respectivos anexos deben ser presentados en formato pdf/A full text (no imagen) y, eventualmente, en formato .docx protegidos contra escritura, de tal forma que sea posible realizar búsquedas de texto. Si se suministra un documento en ambos formatos y la autoridad ambiental encuentra diferencias entre ellos, tomará en cuenta únicamente el contenido del archivo pdf.

3.2.1.2 Archivos de imágenes o fotografías

Los soportes o evidencias gráficas que no hayan sido incluidos en el cuerpo del documento, como fotografías o imágenes del medio socioeconómico, soporte de los inventarios de especímenes de la diversidad biológica o los registros del inventario de manantiales, aljibes, puntos de agua y pozos profundos, entre otros, deben ser agrupados en archivos PDF, debidamente nombrados, y con información descriptiva de cada una de las imágenes o fotografías, tal como nombre, numeración o código, fecha de captura, coordenadas Magna-Sirgas (origen nacional), comentarios o relevancia de la imagen y los demás datos que se consideren pertinentes.

3.2.1.3 Archivos de audio, fílmicos o videos

Los soportes socioeconómicos, de procesos de participación o de otra índole que el solicitante documente en archivos de audio, fílmicos o video, como el registro de los procesos de participación adelantados con las comunidades, autoridades regionales o locales y con las diferentes organizaciones, entidades e instituciones con presencia en el área de referencia (de estudio para el DAA y de influencia para el EIA), así como los soportes de los análisis bioacústicos, deben ajustarse a los formatos de archivos indicados u otros que optimicen el tamaño, pero que posibiliten evaluar o referenciar los procesos adelantados, y a la vez, que permitan su cargue y envío a través de internet.

3.2.1.4 Archivos de tablas, formatos o matrices

Los datos obtenidos, capturados o registrados manualmente en tablas, formularios o matrices que se usen para el levantamiento de información, como inventarios forestales, inventarios de fauna, censos de población u otro tipo de información, deben ser tabulados en hojas de cálculo y presentados en formato xlsx, con el propósito de facilitar el análisis y evaluación del factor, componente o temática para el cual se presentan.

3.2.1.5 Soportes o documentos físicos digitalizados

Las certificaciones, constancias, comunicaciones, actas de reuniones, informes, listados de asistencia, contratos, convenios u otros documentos relevantes para el

estudio o la solicitud, tanto para el medio socioeconómico como para los demás medios, y que se encuentren en medio físico, deben digitalizarse en formato pdf.

3.2.2 Permisos y restricciones en archivos

Los archivos del estudio (documentos y sus anexos) deben contar con las siguientes restricciones y permisos:

- Impresión: No permitido.
- Ensamblaje de documentos: No permitido.
- Copia de contenido: Permitido.
- Extracción de página: No permitido.
- Comentario: No permitido.
- Rellenar los campos de formulario: No permitido.
- Firma: No permitido.
- Creación de páginas de plantilla: No permitido.

Cabe anotar que por ningún motivo se deben establecer contraseñas para abrir los archivos.

3.2.3 Metadatos

Los metadatos geográficos y documentales deben ser elaborados de acuerdo con lo establecido por el artículo 30 del Decreto 2609 de 2012 (compilado en el Decreto 1080 de 2015) o aquella norma que lo modifique o sustituya; asimismo, se deben seguir los lineamientos que incluye la versión más reciente de la Guía para el diligenciamiento de metadatos ANLA (2020), así como diligenciar la Plantilla institucional de metadatos para la documentación de información espacial y documental asociada a los estudios ambientales, herramientas enfocadas en el proceso de licenciamiento ambiental que desarrollan las directrices establecidas en dicho Decreto[14].

3.2.4 Denominación de archivos

[14] Disponibles en la página Web ANLA.

Para la denominación de archivos es importante tener en cuenta que el nombre consta de dos (2) elementos, uno denominado *elemento esencial* y otro denominado *elemento opcional*.

El *elemento esencial* corresponde al nombre del documento en sí, por ejemplo "PLAN DE MANEJO AMBIENTAL", el cual puede ser abreviado como "PMA". El *elemento opcional* incluye elementos como asunto, fecha, versión, numeraciones consecutivas, entre otras.

De acuerdo con lo anterior, para denominar los archivos electrónicos es necesario tener en cuenta, tanto si se hará uso solamente del elemento esencial, como si se empleará el esencial más el opcional, y en este caso cuál elemento opcional. A continuación, se muestra un esquema de la estructura para presentar de forma ordenada y normalizada la información:

Adicionalmente, es necesario tener en cuenta que el nombre y la ruta completa de acceso al archivo no debe sobrepasar la cantidad de 260 caracteres. Por ello, se recomienda que la denominación de los archivos (*elemento esencial* y *opcional*) no supere los 30 caracteres. Asimismo, para la denominación de los archivos es importante considerar lo siguiente:

- El nombre del archivo no puede contener tildes, símbolos, ni caracteres especiales.
- El nombre como elemento esencial debe reflejar el contenido del documento.
- Si se usa como elemento opcional la fecha, ésta debe expresar el año en centuria. (p. ej. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 2025).
- El nombre debe escribirse en mayúscula sostenida.

3.2.5 Clasificación o agrupación de información

Para organizar, cargar, descargar y revisar la información, se deben clasificar los archivos en carpetas agrupadas temáticamente como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Agrupación de la información

No.	Carpetas	Subcarpetas	Tamaño máximo recomendado
1	Documento estudio ambiental		1 GB
2	Información geográfica	MAG	2 GB
		Insumos (imágenes u ortofotos)	1 GB
		Anexo cartografía temática PDF/A	1 GB
3	Anexos	Anexo especificaciones técnicas del proyecto	1 GB
		Anexo abiótico	1 GB
		Anexo biótico	1 GB
		Anexo evaluación de impactos	1 GB
		Anexo planes y programas	1 GB
4	Anexos socioeconómicos	Anexo socioeconómico, registros fotográficos PDF/A	2 GB
		Anexo socioeconómico, registros fílmicos	2 GB
		Anexo socioeconómico, actas	1 GB
		Anexo socioeconómico, otros (p. ej. talleres determinación de impactos, fichas veredales / prediales)	1 GB
		Anexo evaluación económica	1 GB
5	Anexo cuestiones legales		0,5 GB

3.2.6 Programa de compresión de archivos

Para la presentación de los estudios ambientales y sus respectivos requisitos o documentos anexos, es posible utilizar programas de compresión de información que permitan generar archivos *.zip, .rar* o *7zip*, tanto para archivos como para carpetas con el fin de optimizar el tamaño total de la solicitud o estudio.

3.2.7 Medio de cargue de archivos y envío de solicitudes

El Estado colombiano ha establecido políticas para favorecer e implementar las tecnologías de la información y las comunicaciones en su funcionamiento; así, impulsó la “Agenda de conectividad” para buscar nuevos instrumentos tecnológicos encaminados a la masificación del uso de la información, con el fin de aumentar la competitividad del sector productivo, modernizar las instituciones públicas y de

gobierno, democratizar el acceso a la información e incrementar los niveles de participación de los ciudadanos.

Igualmente, y en desarrollo del Programa de Reforma de la Administración Pública (PRAP), las entidades del Estado adelantan un proceso de mejora continua tendiente a modernizar la administración de los asuntos públicos, adecuando las entidades a los requerimientos de un Estado gerencial, y facilitando su interacción constante, eficiente, eficaz y transparente con el ciudadano y las empresas, mediante el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones.

En este mismo sentido, la Política de gobierno digital[15], cuyos lineamientos generales son establecidos mediante el Decreto 1008 de 2018, que busca promover el uso y aprovechamiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones para consolidar un Estado y ciudadanos competitivos, proactivos, e innovadores, que generen valor público en un entorno de confianza digital, define directrices que permiten optimizar la gestión interna de las entidades para prestar un servicio de calidad, promover la digitalización y automatización masiva de trámites, y establecer un relacionamiento que favorece la participación de los ciudadanos.

De acuerdo con el contexto anterior y de conformidad con lo dispuesto por el–Decreto - Ley 2106 de 2019, que en su artículo primero ordenó simplificar, suprimir y reformar trámites, procesos y procedimientos innecesarios existentes en la administración pública, así como por el artículo 2.2.2.3.10.1 del Decreto 1076 de 2015, y el artículo 124 del–Decreto - Ley 2106 de 2019, la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea (VITAL) se constituye como el mecanismo tecnológico dispuesto por Minambiente y las autoridades ambientales para la presentación de los estudios ambientales, informes y anexos.

Con el propósito de garantizar el envío y recepción de los archivos de una solicitud o un estudio a la autoridad ambiental competente mediante VITAL (solución tecnológica en línea y punto de acceso único a la gestión de trámites regulados en el sector ambiental colombiano), se debe optimizar el tamaño de los archivos[16] y tener en cuenta las siguientes consideraciones técnicas al realizar la transferencia de información:

[15] El ámbito de aplicación de esta política incluye a las entidades que conforman la Administración Pública, según lo establece el artículo 39 de la Ley 489 de 1998, así como a los particulares que cumplen funciones administrativas.

[16] Si no es posible cargar la información al sistema VITAL (p. ej. cuando los archivos son de gran tamaño), se debe entregar a la autoridad ambiental un dispositivo físico de almacenamiento que contenga los archivos requeridos para el trámite, y solicitar el acompañamiento necesario para su radicación en VITAL a través de los canales de atención dispuestos por ésta.

- Contar con un canal de internet banda ancha con mínimo 3 Megas disponibles.

- Disminuir o restringir el canal de internet con el acceso a sitios web que contengan streaming (YouTube, emisoras on-line), redes sociales y multimedia (Facebook, Instagram, otros).

- Evitar el uso de redes inalámbricas (WiFi).

3.2.8 Horarios de atención y canal de internet

Para las solicitudes o informes cuya transmisión de información supere 1 gigabyte, se recomienda realizar la transferencia en periodos de operación moderada, como lo son el inicio de la mañana, mediodía o finales de la tarde, ya que el crecimiento exponencial del volumen de transacciones de datos, la necesidad de proporcionar acceso continuo al sistema y las especificaciones del canal de comunicación establecido desde el punto emisor de la transferencia, pueden ocasionar que se prolongue el procedimiento de carga de archivos. Asimismo, se recomienda cerrar otras aplicaciones o exploradores en uso, con el fin de disminuir la alteración, saturación o consumo del canal de internet y dedicarlo exclusivamente a la ejecución de la solicitud ambiental en línea.

En caso de requerir soporte o ayuda en el cargue y radicación de información, es posible acudir a los diferentes canales o mecanismos de atención al ciudadano dispuestos por la autoridad ambiental, incluyendo entre otros el telefónico, el presencial y a través de correo electrónico.

4. ESPECIFICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y CARTOGRÁFICA

El propósito de este numeral es establecer las normas mínimas que se deben cumplir en el proceso de captura y estructuración de la información geográfica de acuerdo con las políticas y estándares oficiales vigentes.

Adicionalmente, y como complemento al presente numeral, se debe dar cumplimiento a lo establecido en la Resolución 2182 de 2016, o aquella norma que la modifique o sustituya, frente al diligenciamiento y presentación del Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG), siguiendo sus directrices en relación con el uso, desarrollo, diligenciamiento, estructuración y presentación de la información espacial asociada al estudio ambiental.

4.1 CAPTURA DE INFORMACIÓN

Para una correcta representación cartográfica de los objetos de interés, es decir, de toda la información que se represente mediante algún tipo de geometría (punto, línea o polígono) en la cartografía básica y temática asociada a los estudios ambientales, se deben seguir los siguientes lineamientos:

- Datum: la información debe tener como Datum el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia Magna-Sirgas, asociado al elipsoide GRS80 (Global Reference System 1980), conforme lo establece la Resolución 68 de 2005 del IGAC o aquella norma que la modifique o sustituya. Los datos o información que se encuentren referidos al Datum Bogotá deben ser transformados a Magna-Sirgas; la transformación de coordenadas se debe realizar según los parámetros establecidos por el IGAC que se encuentran disponibles en su portal Web (www.igac.gov.co – Trámites y servicios – Servicios – Información geodésica).

- Origen: la información debe ser capturada en origen nacional, según lo establecido en la Resolución 370 de 2021 del IGAC, o de acuerdo con lo que defina aquella norma que la modifique o sustituya.

- Altura: para esta variable se debe especificar si está referida al elipsoide GRS80 (altura elipsoidal), o si está medida a partir de la red de nivelación nacional (altura nivelada).

- Precisión: para garantizar que la información recolectada en campo pueda ser correctamente sobrepuesta, complementada o ajustada sobre cartografía básica en diferentes escalas, es necesario cumplir con ciertos niveles de exactitud posicional. En este contexto, la precisión horizontal se evalúa mediante dos parámetros principales:

  - El Error Medio Cuadrático Horizontal (RMSEr), que representa la dispersión promedio de los errores en las coordenadas X e Y.

  - La exactitud planimétrica al 95% de confianza, que indica el radio dentro del cual se espera que se encuentren el 95% de los puntos con respecto a su posición real en el terreno.

  Estos parámetros definen el error máximo permitido según la escala cartográfica, tal como se presenta en la Tabla 8, conforme a lo establecido en la Resolución 471 de 2020, modificada por la Resolución 529 de 2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC):

Tabla 8. Escala de error permitido

Escala cartográfica	Error máximo permitido (RMSEr)	Exactitud planimétrica al 95% de confianza
1:5.000	1,5 m	2,6 m
1:10.000	3,0 m	5,2 m
1:25.000	7,5 m	13,0 m
1:100.000	25,0 m	52,0 m

Fuente: valores tomados y adaptados de la Resolución 197 de 2022.

- Escala de trabajo: la escala de trabajo y almacenamiento de la información debe ser la que señalen los términos de referencia de cada sector y tipo de proyecto, obra o actividad. Cabe aclarar que los términos de referencia establecen la escala de trabajo o captura y no, la escala de presentación, ya que esta última puede ser ajustada para mejorar la presentación de la información.

- Unidad mínima cartografiable: unidad más pequeña de superficie que puede ser delimitada en un mapa y que por ende depende de la escala (ver Tabla 9). El tamaño de la unidad mínima cartografiable se define de acuerdo con la escala; IGAC (2024), afirma que debe ser de al menos de 4 x 4 mm, llevada a la escala.

Tabla 9. Unidad mínima cartografiable

Escala	Unidad mínima cartografiable
1:5.000	400,00 m^2
1:10.000	1.600,00 m^2
1:25.000	10.000,00 m^2
1:100.000	160.000,00 m^2

Fuente: Valores adaptados de IGAC (2024).

4.1.1 Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG)

Toda la información geográfica de los estudios ambientales, asociada a numerales como descripción del proyecto, área de estudio, área de influencia, caracterización ambiental, zonificación ambiental, zonificación de manejo ambiental, dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo y planes y programas, debe ser almacenada y presentada de acuerdo con los modelos adoptados por Minambiente para la base

de datos geográfica; los datos espaciales deben tener la estructura que se define en la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya.

La información correspondiente a cartografía básica debe ser almacenada según la estructura del modelo de datos geográficos establecido por el IGAC, y debe guardar consistencia con la información temática (vector o raster) que se genere para la elaboración de los estudios ambientales.

4.1.2 Información tipo Ráster

Las imágenes provenientes de sensores remotos (imágenes satelitales, de radar, lidar, ortofotografías, entre otras) que se utilicen como insumo para la elaboración de la cartografía y la caracterización ambiental, deben tener las siguientes características:

- Resolución espacial. La resolución espacial de las imágenes debe ser coherente con la escala cartográfica solicitada en los términos de referencia. Como criterio mínimo de presentación, se adoptan las siguientes resoluciones espaciales recomendadas por el IGAC:

  - 15 metros para escala 1:100.000
  - 5 metros para escala 1:25.000
  - 2,5 metros para escala 1:10.000
  - 0,8 metros para escala 1:5.000

  Estas resoluciones aseguran una representación adecuada del territorio en función del nivel de detalle esperado para cada escala.

- Oportunidad máxima de tres (3) años; es decir, el periodo de tiempo que transcurre entre la ocurrencia del fenómeno o característica que describe las imágenes y el momento en el que se presenta la información a la autoridad ambiental, no debe superar los tres (3) años. En caso de no encontrar insumos para la zona de estudio con esta característica, es posible utilizar información menos oportuna, siempre y cuando se argumente y demuestre apropiadamente las razones por las cuales no se utiliza información más reciente.

Esta información debe tener el mismo sistema de coordenadas que el que presente la información vector (temática y base).

4.2 ENTREGA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y CARTOGRÁFICA

Se debe entregar como parte integral del documento la información geográfica y cartográfica del proyecto, obra o actividad de la siguiente manera:

- Una carpeta con los archivos geográficos (Shapefile, GeoPackage o Geodatabase de archivos) de la cartografía base según el modelo de datos del IGAC y la cartografía temática según el modelo de almacenamiento geográfico establecido en la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya. Asimismo, se debe entregar un archivo *léame*, con la información que se considere relevante referida a justificaciones o aclaraciones en el diligenciamiento de la base de datos geográfica.

- Una carpeta con los insumos utilizados en la elaboración de la cartografía (p. ej. imágenes de sensores remotos, planchas IGAC, y planos de POT o Pomca).

- Una carpeta con los metadatos documentales y geográficos creados en la plantilla de metadato dispuesta en la página Web de la ANLA.

- Una carpeta con los mapas del estudio ambiental en formato pdf.

- Una carpeta con las plantillas utilizadas para la elaboración de cada uno de los mapas presentados (archivos aprx, mxd, gvsproj, qgz o qsg). En caso de no entregar las plantillas, se debe entregar una carpeta con los archivos de simbología de las capas (archivos lyr, qml, gvsleg o sld).

Para la presentación de la cartografía se debe verificar que ésta contenga como mínimo los elementos que se mencionan a continuación:

- Localización político-administrativa del proyecto, obra o actividad hasta el nivel municipal.

- Fuente de información de la cartográfica básica (p. ej. número de planchas IGAC).

- Fuente de información de la cartográfica temática y datos relacionados (p. ej. número de fotografía aérea, escala de la fotografía y fecha de interpretación).

- Escala de trabajo y escala de presentación.

- Fecha de elaboración del proyecto.

- Norte.
- Cuadrícula de coordenadas.
- Sistema de referencia.
- Número del mapa.
- Nombre de empresa solicitante.
- Nombre de empresa consultora.

II. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS

El Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) tiene como propósito brindar a la autoridad ambiental competente, la información necesaria y suficiente que le permita evaluar y comparar las diferentes alternativas bajo las cuales se está considerando desarrollar un proyecto, obra o actividad para el cual es exigible este estudio ambiental (de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.2.3.4.2. del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya), y decidir cuál o cuáles alternativas permiten optimizar y racionalizar el uso de recursos y evitar o minimizar los riesgos e impactos negativos.

Todas las alternativas bajo las cuales sea posible desarrollar el proyecto, obra o actividad que se presenten para evaluación por parte de la autoridad ambiental, deben ser formuladas considerando un conjunto integral de variables, no solo las que tienen que ver con la ubicación o el trazado (de corredores o líneas), sino también, las relacionadas con la tecnología y el diseño[17]; estas opciones deben plantearse buscando el mejor desempeño ambiental del proyecto, obra o actividad en cada una de sus etapas (p. ej. construcción, operación, desmantelamiento y cierre), a fin de optimizar y racionalizar el uso de recursos y evitar o minimizar los riesgos o posibles impactos ambientales que puedan generar en el área de estudio[18].

Todas las alternativas deben ser ejecutables y basarse en tecnologías ambientalmente racionales, teniendo en cuenta que esto no implica necesariamente que la autoridad ambiental competente le otorgue la licencia ambiental a alguna de ellas. En el proceso de evaluación y comparación de alternativas, que constituye el objetivo fundamental del DAA según el artículo 2.2.2.3.4.1. del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya, es necesario determinar, valorar y comparar los impactos ambientales que ocurrirían en caso de ejecutar las alternativas, así como desarrollar el Análisis Costo Beneficio que establece el artículo 2.2.2.3.4.3 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya; la evaluación y comparación debe especificar cuáles impactos no se pueden prevenir, mitigar o

[17] El ejercicio de evaluación de las autoridades ambientales sobre las opciones de tecnología y diseño de las alternativas propuestas se limita a la evaluación de sus consecuencias en el ambiente; no tiene como alcance evaluar la tecnología y el diseño en sí.

[18] Es posible mejorar el desempeño ambiental de un proyecto, obra o actividad planteada en una ubicación o trazado determinado, al contemplar o incorporar otro tipo de tecnologías, tener en cuenta otras opciones de diseño o prever la implementación de nuevas soluciones ingenieriles; integrar esta gama de posibilidades de forma temprana en los análisis y decisiones propias de un DAA, permite formular mejores alternativas previniendo y mitigando los impactos ambientales negativos.

corregir, los riesgos, y las *posibles* soluciones y medidas de control y mitigación que se contemplen para cada una de las alternativas.

La información contenida en el DAA debe permitir la comparación de todas las alternativas, y presentar respuestas fundamentadas a las inquietudes y observaciones de los grupos de interés que podrían verse impactados, por lo tanto, este estudio ambiental no debe excluir aspectos relevantes para la decisión frente a las alternativas propuestas.

Para cumplir con estos objetivos, el DAA debe contener las especificaciones técnicas y los capítulos que se indiquen en los términos de referencia correspondientes, así como los lineamientos y elementos metodológicos generales que se establecen en esta metodología. En todo caso, los requerimientos de información establecidos en los términos de referencia y los lineamientos metodológicos señalados en la metodología deben ser adaptados y considerados de acuerdo con las particularidades del proyecto, obra o actividad para el cual se elabora el estudio.

Dado que el propósito del DAA es comparar y seleccionar alternativas, su elaboración debe efectuarse principalmente a partir de la consecución, revisión, validación y procesamiento de información secundaria; no obstante, se debe recopilar información primaria si la información secundaria sobre elementos clave que permiten diferenciar las alternativas en términos de sus implicaciones ambientales no se encuentra disponible o no tiene la calidad necesaria[19]. Asimismo, los elementos del ambiente que las alternativas impactan por igual deben describirse sin que sea necesario incluirlos en la evaluación multicriterio.

En cuanto a las escalas de obtención y de análisis de la información para los factores o componentes ambientales en el DAA, se debe tener en cuenta que éstas dependen de la magnitud y características del proyecto (puntual o lineal), de la localización de las alternativas y de la extensión del área de estudio, por lo que los requerimientos relacionados con éstas se establecen en los términos de referencia correspondientes.

Es importante señalar que la evaluación y comparación de las alternativas debe adelantarse mediante una Evaluación Multicriterio (EMC), método que permite conjugar información cuantitativa y cualitativa de línea base, así como organizarla y analizarla mediante criterios ambientales, ya sea que consideren los medios abiótico, biótico y socioeconómico de forma independiente, o que lo hagan contemplando las relaciones e interdependencias que existen entre ellos, a fin de

[19] Tal calidad se determina mediante los atributos de calidad de la información señalados en el capítulo I en función del propósito del DAA, el cual es evaluar y comparar distintas alternativas.

encontrar diferencias entre las implicaciones ambientales de las alternativas, y en función de ellas tomar decisiones de forma integral.

A continuación, se señalan los lineamientos y directrices para la elaboración de los capítulos que conforman el DAA. Los requerimientos de información particulares a cada tipo de proyecto, obra o actividad se especifican en los términos de referencia.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se debe describir de forma sintética el proyecto, obra o actividad para el cual se formulan las alternativas, señalando su objetivo fundamental y alcance; asimismo, se deben describir de forma general las alternativas incorporando información que permita evaluarlas y compararlas. La descripción general de cada una de las alternativas propuestas para el desarrollo del proyecto, obra o actividad debe indicar las posibles opciones respecto de la localización o trazado[20], del alcance temporal, de las características tecnológicas y de diseño, así como del uso y aprovechamiento de recursos naturales.

El proceso de formulación de las alternativas debe realizarse de forma integral, conjugando el conocimiento que en esta etapa se tenga del entorno y del proyecto, con las posibles ubicaciones y trazados, así como con las diferentes opciones de tecnología y de diseño[21], de tal forma que las alternativas finalmente consideradas, además de ser practicables desde el punto de vista técnico, sean ambientalmente racionales al optimizar el uso de recursos naturales, evitar y minimizar riesgos o impactos ambientales negativos.

Dado que las alternativas se establecen en una etapa temprana del proceso de formulación de los proyectos y que es posible que las características de éste varíen a medida que evoluciona su desarrollo, en algunas oportunidades resulta necesario que

[20] Las alternativas del proyecto, obra o actividad deben tener en cuenta los usos del suelo establecidos en los instrumentos de ordenamiento territorial (sin perjuicio de lo dispuesto en los Decretos 2201 de 2003 y 1077 de 2015, o en la norma que los modifique o sustituya, sobre los proyectos, obras o actividades considerados de utilidad pública e interés social por el legislador) y las determinantes ambientales, considerando que el parágrafo 3 del artículo 10 de la Ley 388 de 1997 (modificado por el artículo 32 de la Ley 2294 de 2023) establece que “los fundamentos definidos por los pueblos y comunidades indígenas serán vinculantes para todos los actores públicos y privados en sus territorios y territorialidades".

[21] En el caso de contemplar el desarrollo de vías carreteras, es posible emplear como referencia para la formulación de las alternativas los documentos Lineamientos de Infraestructura Verde Vial para Colombia (Minambiente, FCDS & WWF, 2020) y Pasos de fauna en infraestructura lineal: cartilla de referencia para la toma de decisiones (Correa, 2020), u otros de reconocida idoneidad técnica.

cada alternativa, además de considerar el área en la que se prevé su localización o trazado, contemple una superficie de ajuste técnico.

Esta superficie es aquella área que permite realizar modificaciones razonables de localización o trazado en fases posteriores de la formulación del proyecto y que considera márgenes operativos y necesidades previsibles de uso o aprovechamiento de recursos naturales; esta superficie permite comparar las alternativas suponiendo que cada una de ellas puede localizarse en cualquier lugar la superficie de ajuste técnico que le corresponde. En caso de que se requiera definir una superficie de ajuste técnico para las alternativas, se debe justificar su extensión y forma conforme a criterios técnicos, operativos y ambientales.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El área en la cual se evalúan las alternativas objeto de comparación en un DAA se denomina área de estudio, y corresponde a la superficie continua o discontinua que integra el espacio geográfico de análisis donde se localizan las alternativas de un proyecto, obra o actividad. En esta área de contexto general se manifiestan los impactos ambientales significativos de carácter negativo que podrían presentarse por el desarrollo del proyecto en cualquiera de sus alternativas, considerando sus características de localización, diseño y tecnología.

El área de estudio debe permitir la evaluación y comparación de las implicaciones ambientales de las alternativas, garantizar que la comparación se realice sobre el mismo tipo de unidades de análisis y, emplear información secundaria, principalmente. La superficie delimitada debe proveer información suficiente que posibilite: i) analizar las características ambientales del territorio (incluyendo su sensibilidad ambiental); ii) identificar diferencias relevantes entre las alternativas; iii) evaluar y comparar las alternativas y; iv) sustentar la selección de la alternativa o conjunto de alternativas más favorables desde el punto de vista ambiental.

En este sentido, el proceso de delimitación debe emplear la información consignada en los numerales 1, 4, 6 y 7 del presente capítulo (II): Descripción del proyecto, Caracterización del área de estudio, Zonificación ambiental y Determinación y valoración de impactos, respectivamente.

Es preciso recordar que cada una de las alternativas objeto de evaluación debe ser ambientalmente racional; posibilitar la ejecución, propósito y alcance del proyecto y; responder a una configuración específica de localización (o trazado), tecnología y diseño.

En términos generales, el siguiente es el procedimiento que se debe ejecutar para delimitar el área de estudio (ver Figura 2):

a) Representación geográfica de las alternativas.

- Establecer una ventana geográfica de análisis suficientemente amplia que contenga el área por intervenir de las alternativas y el área en la que se manifiestan sus impactos significativos negativos, a fin de utilizarla como punto de partida del análisis. Para aquellos proyectos en los que las alternativas se ubican a distancias considerables, como el caso de algunos proyectos puntuales, la ventana de análisis puede ser discontinua.

- Representar espacialmente en cartografía base el área por intervenir de cada alternativa objeto de comparación, así como su superficie de ajuste técnico22.

b) Determinación de los componentes ambientales susceptibles de presentar impactos significativos negativos.

- Determinar qué componentes ambientales de los medios abiótico, biótico, socioeconómico y del paisaje se impactarían negativamente y de manera significativa por el desarrollo del proyecto en cualquiera de sus alternativas.

c) Definición de unidades de análisis y delimitación de áreas con impactos significativos negativos.

- Definir la unidad de análisis correspondiente a cada componente ambiental (p. ej. cuenca, subcuenca, ecosistema, cobertura, vereda); es posible emplear como referencia los ejemplos de unidades de análisis para diferentes componentes de la Tabla 16. Se debe justificar la selección las unidades de análisis que se empleen para el proceso.

- Delimitar, para cada componente de cada alternativa y para cada componente del conjunto de alternativas, el área de manifestación de los impactos ambientales significativos negativos; esta área está confirmada por las unidades de análisis en las que se manifiestan este tipo de impactos.

[22] Aquella área que permite realizar modificaciones razonables de localización o trazado en fases posteriores de la formulación del proyecto y que considera márgenes operativos y necesidades previsibles de uso o aprovechamiento de recursos naturales; esta superficie permite comparar las alternativas suponiendo que cada una de ellas puede localizarse en cualquier lugar la superficie de ajuste técnico que le corresponde.

La determinación de las unidades de análisis en las que se manifiestan los impactos significativos negativos debe basarse en la relación que existiría entre la sensibilidad ambiental de los componentes y las presiones ejercidas por las actividades de las alternativas considerando, además, las dinámicas territoriales de la ventana de análisis. Esto requiere del procesamiento y conjugación de la información de los numerales 1, 4, 6 y 7.

d) Delimitación del área de estudio.

- Integrar, para cada medio, las áreas de manifestación de impactos significativos negativos de sus componentes ambientales. Esto debe realizarse por alternativa y para el conjunto de alternativas.

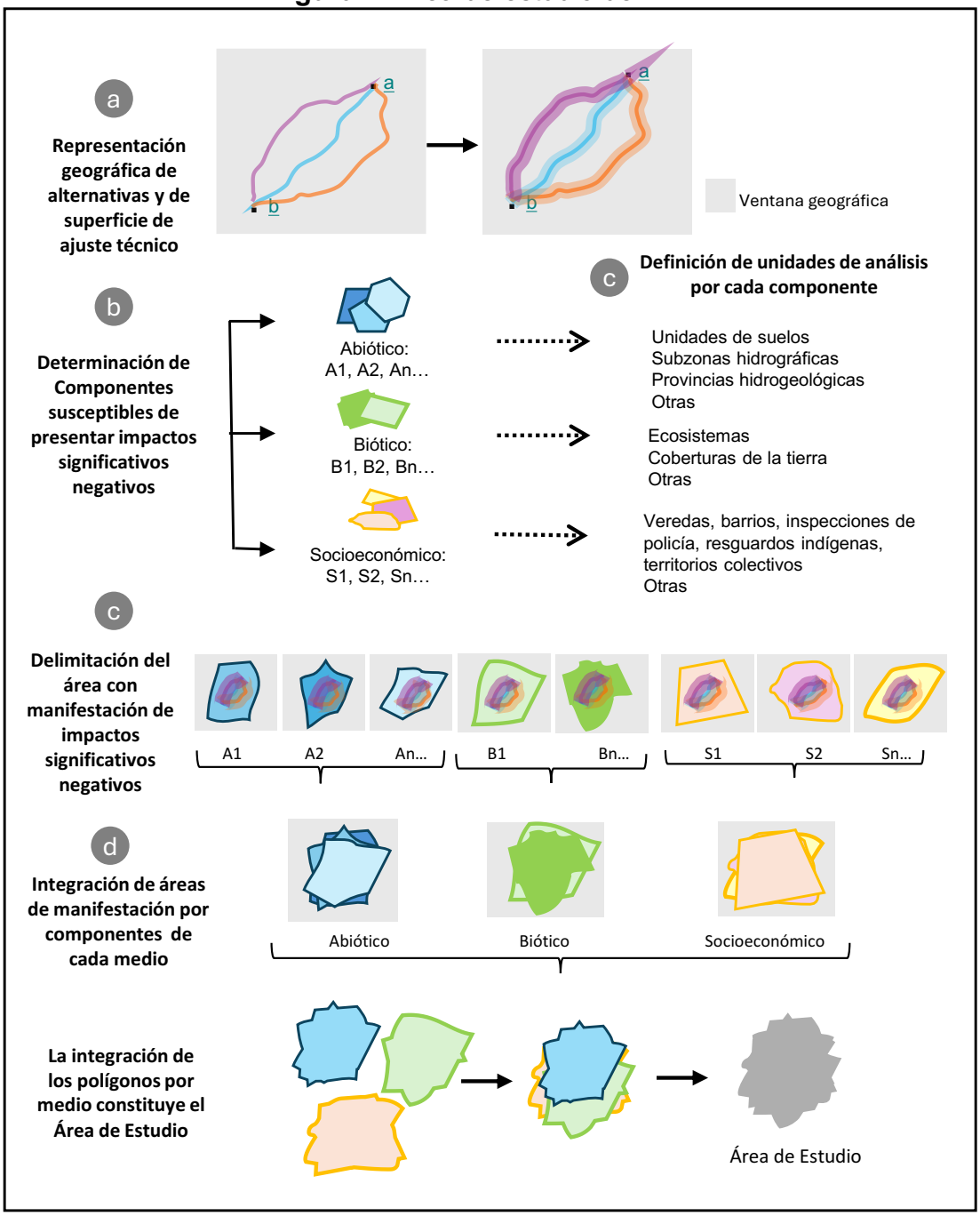
- Integrar los polígonos definidos para cada medio, a fin de obtener el área de estudio del DAA.

El proceso de delimitación del área de estudio debe tener presente que el propósito del DAA es evaluar y comparar las implicaciones ambientales de las alternativas y no, determinar la viabilidad ambiental de éstas; asimismo, debe reconocer que existe incertidumbre sobre las características definitivas del proyecto dado que las alternativas se plantean en sus primeras etapas de estructuración. En este sentido, el proceso de delimitación debe enfocarse en procurar que el ámbito geográfico de contexto general que representa esta área permita hacer evidentes las diferencias entre las implicaciones ambientales de las alternativas.

Por lo anterior, la delimitación del área de estudio debe basarse principalmente en información secundaria y en el procesamiento de datos a través de métodos rápidos, sencillos y ajustados al alcance general de este estudio. En este sentido, el proceso de delimitación del área de estudio implica menos esfuerzos y tiene un grado inferior de detalle y precisión frente al requerido para la delimitación del área de influencia del EIA.

Se debe tener en cuenta que éste es un proceso iterativo mediante el cual se aborda de manera sucesiva la delimitación, la caracterización ambiental, zonificación ambiental y la evaluación ambiental, hasta asegurar que el área de estudio del DAA corresponda al área en la cual se manifiestan los impactos ambientales significativos negativos de las alternativas.

Figura 2. Área de estudio del DAA



La delimitación señalada en la segunda parte del procedimiento *c* y la integración de la primera parte del procedimiento *d*, deben desarrollase para cada alternativa y para el conjunto de alternativas. La integración final para delimitar el área de estudio puede realizarse a partir de los polígonos de los medios por alternativa o bien, de los polígonos de los medios para el conjunto de alternativas, el resultado es el mismo.

El proceso de delimitación debe desarrollarse utilizando un software de procesamiento geoespacial que permita determinar y delimitar las unidades de análisis en las cuales se manifiestan los impactos ambientales significativos negativos de las alternativas, a partir de los resultados la evaluación ambiental, así como de la localización de las alternativas del proyecto (que contemplan también sus superficies de ajuste técnico) y de las condiciones ambientales descritas en la caracterización ambiental que definen su sensibilidad ambiental.

Es necesario describir y justificar técnicamente cómo se desarrolló el método de delimitación, indicando de manera precisa qué criterios, cálculos, valores, rangos o condiciones de escenarios prospectivos, funciones, modelizaciones, procesamientos de información geográfica u otros procedimientos fueron empleados, especialmente, para la determinación de las unidades de análisis en las que se manifiestan los impactos ambientales significativos de carácter negativo.

El Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) debe estructurarse tanto para el área de estudio del DAA como para el área en la que se manifiestan los impactos significativos negativos de cada alternativa evaluada. En ambos casos, deben presentarse los polígonos delimitados para cada medio.

3. LINEAMIENTOS DE PARTICIPACIÓN CON LOS GRUPOS DE INTERÉS

Los lineamientos de participación que se establecen en este apartado desarrollan las directrices definidas en la Constitución Política, en los acuerdos internacionales ratificados por Colombia y en la normativa vigente en materia de derechos humanos, acceso a la información, participación ambiental y enfoque diferencial. Fundamentalmente, los acuerdos internacionales y normas que se toman en consideración son la Convención Americana sobre Derechos Humanos[23], la Carta mundial de la naturaleza[24], el principio 10 de la Declaración de Río sobre el medio

[23] Particularmente sus artículos 4, 5 y 23.1. (literal a). La interpretación de estos artículos en el contexto de la protección del ambiente y del cumplimiento de las obligaciones internacionales de Colombia asociadas a la protección de los derechos humanos, se basó en la Opinión consultiva 23 para Colombia de la Corte interamericana de derechos humanos (CIDH, 2017).

[24] Adoptada y proclamada en 1982 por la Resolución 37/7 de la Asamblea General de las Naciones Unidas. Ver especialmente el numeral 23 "*Toda persona, de conformidad con la legislación nacional, tendrá la oportunidad de participar, individual o colectivamente, en el proceso de preparación de las decisiones que conciernan directamente a su medio ambiente y, cuando éste haya sido objeto de daño o deterioro, podrá ejercer los recursos necesarios para obtener una indemnización*".

ambiente y el desarrollo de 1992[25], el Programa 21[26], la Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW), la Convención sobre los Derechos del Niño, el Convenio 169 de la OIT, la Declaración de las Naciones Unidas sobre Derechos de los Pueblos Indígenas, la Ley 99 de 1993[27], la Ley 1437 de 2011[28], la Ley Estatutaria 1712 de 2014[29], la Ley 1755 de 2015[30], la Ley 2273 de 2022[31], el Decreto 1094 de 202432 y el Decreto 127533 de 2024, o aquellas que las modifiquen o sustituyan.

[25] Según el cual "*El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre estos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes"*.

[26] Acuerdo conocido como Agenda 21, aprobado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo que se reunió en Río de Janeiro en 1992, cuyo capítulo 23.2 señala que "*Uno de los requisitos fundamentales para alcanzar el desarrollo sostenible es la amplia participación de la opinión pública en la adopción de decisiones. Además, en el contexto más concreto del medio ambiente y el desarrollo, se ha hecho evidente la necesidad de emplear nuevas formas de participación. Se trata de la necesidad de que las personas, los grupos y las organizaciones participen en los procedimientos de evaluación del impacto ambiental, conozcan el mecanismo de adopción de decisiones y participen en él, sobre todo cuando exista la posibilidad de que esas decisiones afecten a las comunidades donde viven y trabajan. Toda persona, grupo u organización debería tener acceso a la información relativa al medio ambiente y el desarrollo con que contaran las autoridades nacionales, incluso a la información acerca de productos y actividades que tuvieran consecuencias importantes para el medio ambiente o hubiera probabilidades de que las tuvieran, así como a la información sobre las medidas de protección del medio ambiente*".

[27] Que en su artículo 74 establece el derecho de petición en materia ambiental.

[28] Que expide el Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo y que en su artículo 3 establece que las actuaciones administrativas deben desarrollarse mediante los principios de debido proceso, igualdad, imparcialidad, buena fe, moralidad, participación, responsabilidad, transparencia, publicidad, coordinación, eficacia, economía y celeridad.

[29] Que regula el derecho fundamental de acceso a la información pública.

[30] Que regula el derecho fundamental de petición.

[31] Por medio de la cual se aprueba el Acuerdo regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en américa latina y el caribe; Acuerdo de Escazú.

[32] se expidió con fundamento en los artículos 56 transitorio y 330 de la Constitución Política, así como en la Ley 21 de 1991 (Convenio 169 de la OIT), con el fin de reconocer el mandato de la Autoridad Territorial Económica y Ambiental (ATEA) de los pueblos indígenas de los territorios que conforman el Consejo Regional Indígena del Cauca (CRIC, establecer sus competencias y fortalecer los mecanismos de coordinación y autonomía territorial, económica y ambiental de las autoridades indígenas.

[33] Se expidió con fundamento en el artículo 56 transitorio y el artículo 330 de la Constitución Política, así como en el artículo 4 de la Ley 21 de 1991 (Convenio 169 de la OIT), con el propósito de

Este marco determina las disposiciones constitucionales, legales y jurisprudenciales que reconocen la participación como derecho fundamental y garantizan la intervención de los grupos de interés en las decisiones sobre el ambiente, el territorio y sus medios de vida, atendiendo los principios de igualdad material, no discriminación, diversidad étnica y cultural, equidad de género, interculturalidad, transparencia, buena fe y debida diligencia en derechos humanos.

Así, el proceso de participación pública para la elaboración de estudios ambientales desarrolla múltiples disposiciones de la Constitución Política de Colombia, entre ellas que la Ley garantizará la participación de todos los colombianos en las decisiones que puedan afectar su derecho a gozar de un ambiente sano. Este mandato ha sido interpretado por la Corte Constitucional[34] y reglamentado en la legislación nacional, haciendo posible que el derecho de acceso a la participación sea pleno y efectivo en todos los procesos de toma de decisión en cuestiones ambientales. Estas disposiciones permiten que el proceso de toma de decisiones del licenciamiento ambiental goce de legitimidad, se incremente la confianza entre las partes y se promueva la transparencia.

3.1 CARACTERÍSTICAS Y ALCANCES DE LA PARTICIPACIÓN

El proceso de participación en el ámbito del DAA tiene dos propósitos fundamentales. El primero de ellos es explicar las generalidades del proceso de licenciamiento ambiental, incluida la elaboración y evaluación del DDA y el EIA y sus diferencias, e informar al público sobre la intención de desarrollar un proyecto, obra o actividad para el cual se formula un conjunto de alternativas. El segundo, es complementar de forma participativa el DAA para incorporar en él los conocimientos, experiencias, intereses, aportes y preocupaciones de los grupos de interés sobre algunos temas específicos abordados en este estudio ambiental, elementos que adicionalmente permiten prevenir conflictos en etapas posteriores del proceso de licenciamiento ambiental.

Para cumplir con estos objetivos, el proceso de participación debe ser abierto e inclusivo, ejecutarse aplicando los principios de asertividad, transparencia, buena fe, máxima publicidad, facilitación, no discriminación, enfoque diferencial, calidad y proactividad en la divulgación. Las metodologías y procedimientos empleados en este proceso y sus distintas etapas deben adecuarse al contexto sociocultural de

reglamentar el funcionamiento de los territorios indígenas en materia ambiental, reconocer las competencias ambientales de las autoridades indígenas y fortalecer la coordinación con las demás autoridades del Sistema Nacional Ambiental.

[34] Sentencias T-348 de 2012, T-294 de 2014, T-704 de 2016 y SU-217 de 2017.

los grupos de interés, emplear herramientas técnicas e innovaciones tecnológicas que faciliten la asimilación de conceptos técnicos por parte de públicos no expertos.

La garantía de la participación debe hacerse de manera clara, oportuna, equitativa e involucrando activamente al público mediante espacios de diálogo y deliberación para garantizar que, especialmente, las personas o grupos que encuentran mayores dificultades para acceder a la información[35] puedan ejercer su derecho a la participación. Los procesos de convocatoria o avisos previos deben hacerse con la suficiente antelación, cobertura y empleo de recursos tecnológicos, de manera que se brinde a los grupos de interés la oportunidad de informarse oportunamente de los tiempos, modos y lugares de ejecución de los espacios de participación.

Este proceso debe abordarse con los grupos de interés (ver la definición establecida en el glosario) del área de estudio del medio socioeconómico y asegurar que se realice mediante un diálogo que contemple aspectos de tipo técnico y un enfoque diferencial que posibilite la participación de personas o grupos que tengan mayores dificultades para participar, sujetos de especial protección constitucional y personas u organizaciones defensoras de derechos humanos en materia ambiental.

Toda la información que se comunique de forma oral, escrita y/o visual ya sea en los espacios de diálogo o al emplear medios de difusión electrónicos o magnéticos, debe utilizar un leguaje claro e incluyente, y ser transparente, comprensiva y culturalmente apropiada, de modo que permita que todos los grupos de interés accedan efectivamente a ésta. Por ello, es necesario implementar enfoques y estrategias diferenciales acordes con las características sociales y culturales de los grupos de interés, bajo los cuales la información:

- Se provea en un lenguaje y formato que facilite tanto su comprensión y uso (por ejemplo, haciendo uso de la lengua de señas o interpretando conceptos técnicos para que sean compresibles y puedan ser analizados), como su divulgación a través de diversos canales complementarios.

- Se difunda en el idioma o lengua propia de los grupos de interés para facilitar su comprensión, así como para garantizar que puedan participar de forma efectiva

- Se divulgue mediante piezas gráficas cortas que puedan ser publicadas constantemente a través de la página web y las redes sociales disponibles, carteleras dispuestas en lugares públicos de gran afluencia, o puntos itinerantes

[35] Hace referencia a las personas que tienen mayor dificultad para informarse y participar de manera efectiva por diversas situaciones, entre ellas, limitaciones tecnológicas, auditivas, por tener una lengua diferente al castellano o vivir en espacios territoriales de difícil acceso.

de información que permitan a los interesados acercarse a consultar y despejar dudas, entre otros medios.

En síntesis, el proceso de participación pública ambiental debe enfocarse en dar acceso a información suficiente y permanente[36] a los grupos de interés sobre el proyecto, obra o actividad y las alternativas que se plantean para su ejecución, en asegurar un diálogo en doble vía que permita la interacción de los grupos de interés, en asegurar que la participación permita complementar de forma participativa la información de algunos apartados del DAA y en asegurar transparencia en el manejo de la información que se suministra, recibe, analiza e incorpora al estudio.

El proceso de participación constituye un escenario propicio para obtener información que permita implementar el principio de debida diligencia y de esta forma se facilite que, a lo largo del proceso del licenciamiento ambiental, se prevengan potenciales riesgos e impactos negativos a los derechos humanos que se deriven de los impactos ambientales.

En caso de que se determine la existencia de sujetos de reparación colectiva, se debe consultar a la Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (Unidad para las víctimas) sobre la pertinencia de adelantar un proceso de participación diferenciado para este grupo y, en caso de que así se considere, tal proceso debe abordarse de acuerdo con las directrices e indicaciones que fije dicha entidad. Con el propósito de prevenir riesgos a las personas que se involucren al proceso de participación (no sólo cuando se trata de sujetos de reparación colectiva), este proceso debe dirigirse a los grupos de interés identificados procurando no exacerbar los riesgos preexistentes.

De otra parte, en caso de presentarse dificultades durante el proceso de participación, incluso cuando se emplean mecanismos virtuales, se deben especificar y soportar de manera detallada las situaciones que impiden el desarrollo de un adecuado proceso participativo de los grupos de interés, así como las acciones adelantadas para garantizar la efectividad de éste.

Para asegurar que el proceso de participación con los grupos de interés del área de estudio se ejecute con las características señaladas en este numeral y para que cumpla con sus propósitos, es necesario desarrollar el procedimiento que se describe a continuación.

[36] No obstante, debe restringirse el acceso a datos personales sensibles cuya publicación pueda poner en riesgo la vida, integridad u otros derechos de terceros.

3.2 FASES DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN

El proceso de participación durante la elaboración del DAA debe abordarse mediante tres fases diferentes, a saber: planeación, ejecución de los espacios de participación y análisis de resultados.

3.2.1 Planeación

En esta fase del proceso de participación pública ambiental, que debe abordarse de forma previa o en las primeras fases de la elaboración del estudio ambiental, se debe analizar la información secundaria disponible en relación con las principales características sociales, económicas y culturales[37] de los grupos de interés identificados, con el fin de establecer enfoques diferenciales y estrategias que permitan comunicarse de manera comprensiva con todos ellos. En caso de identificar grupos sociales con diferente lengua o que por alguna razón no pueden ejercer su derecho a participar mediante la estrategia general, se debe crear una estrategia que contemple las particularidades del grupo social con el propósito superar barreras culturales o de cualquier otra índole.

En la fase de planeación se deben diseñar los métodos e instrumentos, con enfoque diferencial, para que las primeras etapas de interacción entre los diferentes actores se realicen de acuerdo con la realidad de las comunidades. En caso de comunidades étnicas, se deben diseñar instrumentos adecuados, de ser necesario, en su propia lengua para facilitar la comprensión de lo que se aborde en los espacios de participación.

Así, de forma previa a la primera interacción y a partir de los fundamentos culturales, es necesario establecer las estrategias y procedimientos de comunicación clara y efectiva para iniciar y mantener la interlocución y diálogo con cada uno de los grupos de interés.

En los casos en los que el proceso de participación deba abordar comunidades étnicas, es necesario identificar las autoridades étnicas legítimamente representativas de conformidad con la normatividad y la jurisprudencia vigente, de acuerdo con la

[37] Entre ellas, las históricas, demográficas, educativas, de vulnerabilidad, de conflictividad socioambiental, de liderazgo social y ambiental y de limitación a la participación por amenazas a la vida (señaladas en el numeral 4.3 de este capítulo).

información disponible de las entidades encargadas en esta materia[38]. Esta información de planeación debe estar adecuadamente descrita en el DAA[39].

Se deben establecer y difundir mecanismos y medios eficaces, participativos e incluyentes para que, de forma permanente, se brinde información a los grupos de interés, recibir sus inquietudes, observaciones, aportes, peticiones, quejas, reclamos, sugerencias y dar respuesta a éstas durante la elaboración del DAA. Los mecanismos deben estructurarse en lenguaje claro, sencillo y concreto y de forma tal que permitan evidenciar claramente cómo los aportes son tenidos en cuenta o no en el proceso de elaboración del DAA.

Se deben identificar las características del entorno en el que se efectúa el proceso participativo, en particular, si las entidades territoriales en las cuales van a tener lugar los espacios participativos presentan un riesgo medio, alto o extremo para la labor de las personas, grupos u organizaciones defensoras de derechos humanos en asuntos ambientales, de acuerdo con las alertas tempranas de la Defensoría del Pueblo que hagan una valoración riesgo para su labor[40].

Para contextos de riesgo medio, alto o extremo, se deben formular e implementar acciones diferenciadas orientadas al relacionamiento con personas, grupos y organizaciones defensoras de derechos humanos en asuntos ambientales. Éstas deben contemplar:

- Mecanismos de transparencia y publicidad reforzada[41].
- Mecanismos para la recepción de información y solicitudes de manera anónima.
- Alternativas semipresenciales, semiprivadas u otras para desarrollo de los espacios de participación, cuando se advierta que el espacio colectivo puede acentuar el riesgo de las personas asistentes.

[38] En caso de que Minambiente establezca o adopte con posterioridad a este documento, una guía de relacionamiento con autoridades étnicas para la elaboración de DAA, ésta deberá ser utilizada para la elaboración del estudio ambiental.
[39] Se deben considerar los mecanismos que sean establecidos para el desarrollo de las competencias ambientales de las autoridades indígenas, de acuerdo con el Decreto 1275 de 2024.
[40] Especialmente, la Alerta Temprana 019 de 2023 y las que la actualicen
[41] La transparencia y publicidad reforzada hace referencia al proceso de publicación por parte de los solicitantes o titulares de licencias ambientales de toda la información ambiental, incluyendo datos completos y verificables de los estudios ambientales y los instrumentos de seguimiento y control; la publicación se realiza de manera proactiva, oportuna durante el proceso de toma de decisiones ambientales, en formatos accesibles, en lenguaje claro y adecuado a las necesidades de los grupos de especial protección constitucional y a través de medios idóneos de acuerdo con las condiciones de conectividad y prácticas de comunicación de los grupos de interés.

- Ruta para el cumplimiento del deber de denuncia frente a presuntas situaciones de riesgo de las que se tenga conocimiento a la Fiscalía General de la Nación y a la Unidad Nacional de Protección.

- Relacionamiento asertivo con las comunidades y tratamiento de datos personales, especialmente respecto a la calificación de las posiciones, comunicados públicos y dialogo, con el objeto de evitar la exposición y/o perfilamiento.

- Convocatoria a la Defensoría del Pueblo y/o personerías municipales.

Para preparar los espacios participativos se deben contemplar estrategias comunicativas, procedimientos metodológicos y logísticos y recursos didácticos claros y efectivos que posibiliten planear la cantidad y duración de encuentros, identificar de manera efectiva los grupos de interés a ser convocados al proceso participativo de acuerdo con el alcance del DAA, procurar que los grupos de interés comprendan los temas a abordar, promover la participación y la generación de aportes, así como analizar e incorporar los aportes que se reciban[42].

La convocatoria a los espacios de participación debe realizarse con suficiente antelación a éstos[43], ser amplia y utilizar medios de comunicación suficientes para asegurar la mayor cobertura posible y alcanzar un nivel representativo de participación. Asimismo, la convocatoria debe informar dónde y cómo se puede consultar la información del proyecto y sus alternativas, la cual debe estar disponible de forma gratuita. Se debe justificar adecuadamente cualquier restricción de acceso a la información cuando ésta sea solicitada en el marco del proceso participativo[44].

Asimismo, se debe formular y aplicar coordinadamente, un *conjunto de acciones para la atención de los conflictos socioambientales* que puedan ocurrir durante el proceso de elaboración del DAA. Con este fin, se deben tener en cuenta los conflictos existentes asociados al uso, acceso y apropiación de los recursos naturales en el territorio que puedan verse acentuados con la expectativa del desarrollo del proyecto. Este conjunto de acciones debe ser objeto de mejora permanentemente según los

[42] Al igual que las demás fases del proceso participativo, la etapa de planeación debe estar debidamente respaldada con soportes que evidencien su ejecución.
[43] Durante la convocatoria a los procesos de participación pueden proponerse fechas preliminares, no obstante, es necesario que las comunidades tengan pleno conocimiento de las fechas definitivas de forma oportuna.
[44] De acuerdo con lo establecido en el Artículo 32 de la Ley 1755 de 2015. Derecho de petición ante organizaciones privadas para garantizar los derechos fundamentales.

resultados de los espacios de participación, además, puede constituir un insumo para la elaboración del EIA.

3.2.2 Ejecución de los espacios de participación

Los espacios de participación deben ejecutarse según lo planeado en la fase anterior, asegurando que la comunicación sea efectiva al permitir el suministro y recepción de información y promover la deliberación, la argumentación y la generación de aportes e insumos que puedan ser analizados. Adicionalmente, estos espacios deben tener un enfoque que permita desarrollar los encuentros en un ambiente de respeto entre las partes intervinientes y tener la capacidad de adaptarse a las situaciones o condiciones que se presenten o identifiquen durante su ejecución.

Al inicio de cada espacio de diálogo se debe brindar información sobre lo siguiente:

- El procedimiento previsto para ejecutar el proceso de participación en su conjunto y el espacio de diálogo particular que se está ejecutando, señalando los objetivos y cronograma del proceso de participación.

- Los mecanismos y modalidades previstos para la ejecución del proceso de participación.

- El procedimiento para la recolección, sistematización y análisis de los aportes de los grupos de interés.

- El mecanismo que se dispondrá para que los grupos de interés puedan la consultar la información.

Luego de señalar estas características generales del proceso, se debe abordar el siguiente contenido:

- Breve explicación del proceso de licenciamiento ambiental, aclarando que comprende la elaboración de estudios ambientales (DAA y EIA), la evaluación de estudios ambientales y el seguimiento ambiental a los proyectos, obras o actividades que cuentan con licencia ambiental o instrumento equivalente.

  Debe señalar las diferencias, propósitos e instancias en las cuales se elaboran los DAA y los EIA, mencionando que la elección de alternativas por parte de la autoridad ambiental no implica una decisión sobre su viabilidad ambiental y que tal determinación se aborda exclusivamente al evaluar un EIA.

Igualmente, debe mencionar la autoridad ambiental responsable del proceso de toma de decisiones y otras autoridades e instituciones involucradas (p. ej. a las que se les pueda requerir información complementaria), así como el procedimiento para solicitar información a tales entidades.

- Descripción del proyecto, sus alcances y objetivos, así como de las alternativas de diseño, tecnología o localización (o trazado, en caso de aplicar) que se plantean para su ejecución.

- Descripción de las principales características ambientales de los medios abiótico, biótico y socioeconómico del área de estudio.

- Descripción de los impactos ambientales de las alternativas.

- Mención de las *posibles* medidas de manejo para los impactos ambientales de las alternativas.

Los espacios de participación deben posibilitar la participación del público con el propósito de recibir a partir de su conocimiento, experiencia y saberes, aportes que puedan ser considerados para complementar la información de los apartados del DAA relacionados con la:

- Caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico del área de estudio, con énfasis en conflictos socioambientales y servicios ecosistémicos.

- Determinación y valoración de impactos ambientales.

- Análisis costo beneficio ambiental de las alternativas.

- Análisis de riesgos.

Al finalizar cada jornada se debe dar un balance sintético de los temas abordados, de las inquietudes manifestadas y de los aportes recibidos; asimismo, se debe mencionar la forma en que se incorporarán en el DAA los resultados alcanzados durante el espacio y, señalar que las consideraciones, observaciones y aportes son sujetos de análisis por parte elaborador del estudio para determinar su pertinencia. Esta información debe ser divulgada a través de los medios idóneos, con el fin de que los grupos de interés conozcan y tengan claridad de los resultados de estas jornadas.

3.2.3 Análisis de resultados

En esta fase del proceso la información obtenida en los espacios de diálogo se consolida, analiza e incorpora al DAA según su pertinencia dadas las características ambientales del área de estudio y las particularidades del proyecto, obra o actividad y sus alternativas. El análisis debe procurar mantener el contenido textual de las intervenciones y señalar la forma en que tales opiniones son interpretadas por el elaborador del estudio, así como indicar cómo se incorporan al DAA los aportes e insumos obtenidos en el proceso participativo, cuáles de éstos no se incorporan y las razones que llevaron a prescindir de tales insumos.

El análisis de los resultados del proceso de participación además de complementar la información del DAA sobre los que se consultó de forma directa (caracterización ambiental, determinación y valoración de impactos, análisis costo beneficio, análisis de riesgos y otros temas consultados), posibilita también complementar otros numerales como la zonificación ambiental y la evaluación y comparación de alternativas.

3.3 SOPORTES Y EVIDENCIAS DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN

En aras de dar transparencia, trazabilidad y confianza al proceso de participación, deben anexarse al DAA como mínimo los siguientes soportes.

- Correspondencia u otros soportes de los mecanismos empleados para realizar las convocatorias.

- Documentos, archivos, comunicaciones u otros soportes de la puesta en disposición a los grupos de interés de la información disponible sobre el proyecto y sus alternativas, especificando, lugares, fechas y periodos en que ésta pudo ser consultada.

- Instrumentos y métodos de participación diseñados (numeral 3.2.1) para la comunidad en general y para la población vulnerable.

- Sistematización de las inquietudes, consideraciones, observaciones, aportes y comentarios realizados por los grupos de interés durante los espacios de participación. Estos insumos deben ser analizados indicando cómo y cuáles se incorporan o no al DAA y las razones que llevan a prescindir de ellos. Esta sistematización y análisis debe tener un formato de fácil comprensión y un lenguaje sencillo.

- Actas y ayudas de memoria de las reuniones, talleres y demás espacios participativos. Estos documentos deben señalar por lo menos lo siguiente:

  - Fecha y lugar de realización del evento.

  - Objetivo del espacio participativo.

  - Cantidad de participantes y características generales de la población, considerando enfoques diferenciales.

  - Temas abordados.

  - Inquietudes, comentarios, sugerencias o aportes de los participantes, así como las respuestas o aclaraciones realizadas por el equipo elaborador del estudio.

  - Compromisos adquiridos y acuerdos, si hay lugar a ello.

  - Firma de los representantes de los grupos de interés, del delegado de la autoridad municipal, del Ministerio Público (Personería, Procuraduría, Defensoría del Pueblo) y del representante de la empresa responsable del proyecto, obra o actividad.

    Esto no es exigible en los casos en que los representantes de los grupos de interés se abstengan de firmar o cuando no hagan presencia las autoridades señaladas. En ambos casos se dejará constancia en el acta; cuando los representantes de los grupos de interés se abstengan de firmar, es posible emplear como respaldo las firmas del representante de la autoridad municipal o del Ministerio público que asistan a la reunión. En cualquier caso, es necesario incluir los soportes de las gestiones y debida diligencia realizada para el proceso de participación.

  Es necesario que las actas y demás soportes sean elaborados *in situ*, con lenguaje claro e incluyente y letra clara y legible, de manera que puedan ser suscritos por sus participantes y entregados a las autoridades presentes y a los representantes de los grupos de interés una vez finalicen los espacios para los cuales se elaboran.

  Solo en caso excepcional, cuando se presente alguna situación que impida la entrega inmediata de estos soportes, se debe acordar con la comunidad el tiempo límite de entrega de los soportes.

- Listados de asistencia o soportes documentales pertinentes que evidencien a qué grupo de interés pertenece cada participante y descripción de las personas participantes con carácter de enfoque diferencial que señale los sectores sociales a los cuales pertenecen, representantes de organizaciones, instancias de participación, entre otras.

- Registro fotográfico, de audio o de video, preferiblemente, que evidencie fecha y coordenadas del lugar del evento con el cumplimiento de las leyes de protección y manejo de datos que determinan la utilización y administración de datos personales; con este fin se debe dar a conocer en el espacio de participación la política de uso y tratamiento de datos personales y el propósito con el que se emplearán estos registros. En el caso de que la toma del registro fotográfico, de audio o de video no haya sido aprobado o aceptado por la comunidad, se debe presentar la justificación indicando la imposibilidad de obtenerlo.

- Descripción del conjunto de medidas para la gestión y atención de la conflictividad en el proceso de elaboración del DAA.

3.4 MECANISMOS VIRTUALES PARA LA PARTICIPACIÓN

Es posible ejecutar el proceso de participación empleando mecanismos virtuales, previo análisis de los medios logísticos y tecnológicos de los que disponen las personas o grupos de interés a los cuales se dirigen tales mecanismos, con el fin de que éstos, sean idóneos para garantizar una participación ambiental efectiva. Estos mecanismos incluyen las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), las cuales de acuerdo con la Ley 1978 de 2019 o aquella que la modifique o sustituya, comprenden el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como voz, datos, texto, video e imágenes.

Si se plantea incorporar al proceso de participación pública mecanismos virtuales, además de dar cumplimiento a los propósitos de la participación y a los lineamientos que se señalaron previamente en las fases del proceso de participación, es necesario garantizar lo siguiente:

- Disponibilidad tecnológica con acceso gratuito para los grupos de interés del área de estudio a los cuales se dirigen estos mecanismos, a plataformas digitales que tengan la capacidad de establecer comunicación visual y oral simultánea y que posibiliten la participación ambiental efectiva.

- Aplicación de una convocatoria adecuada y oportuna que permita garantizar una participación amplia e inclusiva de conformidad con los medios tecnológicos a ser utilizados.

- Acceso a la información relacionada con el proyecto, obra o actividad y con el DAA, ya sea mediante fuentes digitales o físicas, que permitan una participación informada. Adicionalmente, se deben desarrollar piezas pedagógicas que aborden con rigor técnico y lenguaje sencillo los contenidos del estudio ambiental.

- Desarrollo de un diálogo genuino en doble vía con garantía de intervención de los participantes, en donde los grupos de interés del área de estudio puedan exponer sus opiniones y argumentaciones sin intermediario alguno y de manera directa, con posibilidades reales de incidir en las decisiones que se adopten y de obtener retroalimentación.

El cumplimiento de estas condiciones y la consideración de complementariedad entre diferentes tecnologías deben permitir que la participación de los grupos de interés del área de estudio del proyecto, obra o actividad a los cuales se dirigen estos mecanismos, se materialice en la posibilidad de intervenir e incidir en la elaboración del DAA y en las decisiones que puedan afectarlos.

De igual manera, se deben tener en cuenta las habilidades de los grupos de interés para el uso de las TIC, identificando las capacidades que requieren ser fortalecidas a fin de que puedan participar e interactuar de forma eficaz y de que se reduzca la brecha digital. En caso de ser necesario, se debe facilitar apoyo en la conexión y logística para el uso de los mecanismos virtuales, así como suministrar la información y orientación suficiente sobre el uso de los mecanismos virtuales que vayan a emplearse para la participación. Asimismo, se debe acordar con los grupos de interés la implementación del uso de estos mecanismos virtuales.

A fin de documentar el proceso de participación para la elaboración del DAA, en el caso de uso de mecanismos virtuales, se deben generar e incluir las evidencias que den cuenta del proceso de participación, de acuerdo con los lineamientos señalados anteriormente sobre este aspecto.

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En este numeral del DAA se deben describir las características ambientales del área de estudio mediante los parámetros de los medios abiótico, biótico y socioeconómico

que puedan resultar impactados como resultado de la ejecución de las alternativas propuestas, de tal forma que más adelante sea posible determinar cómo se diferencian las alternativas en términos de impactos. A continuación, se señalan las consideraciones metodológicas que se deben tener en cuenta para realizar tal descripción.

La caracterización de cada uno de los parámetros ambientales que se impactaría por la ejecución de las alternativas debe abordarse, como mínimo, en el área de estudio del factor al cual corresponde. Sin embargo, es posible expandir la caracterización de cada parámetro al área de estudio del componente o del medio al cual pertenece, si ello se considera pertinente.

En este sentido, las orientaciones sobre caracterización ambiental que se señalan en los siguientes numerales no se refieren específicamente al área de estudio de alguno de los niveles jerárquicos en los que se organiza el ambiente (factores, componentes o medios); es el elaborador del estudio ambiental quien define si la caracterización de un parámetro ambiental específico se desarrolla en el área de estudio del factor ambiental, del componente ambiental o del medio al cual pertenece.

En general, la caracterización del área de estudio del DAA puede soportarse en información secundaria. Para ello, adicional a las fuentes de información señaladas en el numeral 2 del capítulo I, se debe evaluar la posibilidad de emplear fuentes como las mencionadas a continuación:

- Estudios existentes en la zona.
- Imágenes de satélite, imágenes de radar, fotografías aéreas, entre otras.
- Información geográfica (mapas temáticos, capas geográficas abiertas, geoportales, entre otras).
- Bibliografía especializada (obras completas o por capítulos).
- Artículos científicos.
- Documentos e informes técnicos.
- Documentos e información oficial.
- Estudios etnográficos y otros estudios publicados que reflejen conocimientos y saberes de comunidades locales y organizaciones sociales diversas.

- Documentos producidos por las comunidades como Planes de ordenamiento ambiental, Planes de vida, protocolos o normas de derecho propio sobre derechos territoriales y ambientales.

Si la información secundaria no es suficiente, no tiene la calidad necesaria para caracterizar el área de estudio o está desactualizada, es necesario obtener, procesar y analizar información primaria.

Dado que en el DAA se caracterizan los parámetros ambientales que se impactarían por la ejecución de las alternativas y que las alternativas pueden impactar de forma diferencial los elementos del ambiente, la información de caracterización ambiental debe tener las siguientes características:

i) Posibilitar la determinación de diferencias entre los impactos de las alternativas cuando la ejecución de éstas conlleva impactos con diferentes grados de significancia o área de manifestación.

ii) Brindar una imagen fiable de las *condiciones actuales* del área de estudio; es decir, ofrecer una imagen actualizada del ambiente.

iii) Ofrecer una *noción* de los impactos en términos de significancia y área de manifestación en caso de que el impacto que generan las alternativas tenga las mismas características de significancia y área de manifestación.

Por ejemplo, si se está evaluando un conjunto de 4 alternativas que impactan con la misma significancia y extensión al parámetro *diversidad biótica de ecosistemas terrestres* y a la vez, generan impactos con diferente significancia y extensión en el parámetro *concentración de material particulado en la atmósfera*, la información sobre *diversidad biótica* puede ser general, mientras que la relativa a la *concentración de material particulado* debe tener un grado de detalle mayor y ser suficiente para evidenciar diferencias entre los impactos de las alternativas.

Por lo anterior, se deben adaptar los requerimientos de los términos de referencia y las orientaciones metodológicas de este documento para que el detalle de la información, según las condiciones particulares de las alternativas planteadas, permita cumplir las tres características señaladas previamente; si un conjunto de información no las cumple, se debe concluir que no es suficiente, que no tiene la calidad requerida o que no es actual y, por tanto, que es necesario emplear otra fuente de información secundaria u obtener información primaria.

Un mecanismo para determinar la oportunidad y calidad de la información de acuerdo con los criterios señalados con anterioridad (diferenciación entre alternativas mediante significancia y extensión de impactos, grado de actualidad y noción de impactos en términos de significancia y extensión), es la validación en campo. Tal validación puede desarrollarse mediante métodos que resulten pertinentes y aplicables a la caracterización en curso, por ejemplo, es posible implementar métodos tan disimiles como la medición de parámetros abióticos o la ejecución de entrevistas semiestructuradas o de cartografía social.

La cartografía temática debe contener información reciente y ajustada a partir de la interpretación de imágenes de sensores remotos y de control de campo en caso de ser necesario (consultar numeral 4 del capítulo I). Los requerimientos mínimos con respecto a la escala de trabajo de la información se especifican en los términos de referencia, no obstante, se debe tener en cuenta que dicha escala puede ser más detallada en función del tipo de fenómeno caracterizado, del tamaño del proyecto, de la localización de las alternativas y de la extensión del área de estudio.

Toda la información geográfica de caracterización ambiental debe ser almacenada y presentada de acuerdo con el Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) adoptado por Minambiente; los datos espaciales deben tener la estructura de capas geográficas, tablas asociadas, dominios, definiciones, clasificaciones o categorías, estándares, documento léame, entre otros lineamientos definidos en la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya.

Es importante que, al adaptar los lineamientos de la metodología y los requerimientos de información de los términos de referencia a las condiciones particulares de evaluación de alternativas, se incorporen parámetros e indicadores que brinden información relevante sobre las características ambientales para determinar cómo se diferencian las alternativas entre sí. Cuando se identifique que cierto lineamiento metodológico o requerimiento de información no es aplicable a la evaluación de alternativas, se debe justificar técnicamente las razones por las cuales no se desarrolla.

Asimismo, cuando el desarrollo de un procedimiento en particular dependa de información secundaria de competencia exclusiva de las autoridades ambientales (p. ej. mapas de zonificación de áreas protegidas o de ecosistemas estratégicos) y dicha información no sea recibida a pesar de haberla solicitado con antelación o no tenga la calidad necesaria, su escala sea menos detallada que la escala de trabajo, no exista o no esté disponible, es necesario que en el estudio ambiental se mencione y documente esta situación.

En caso de que la autoridad ambiental competente cuente con información de caracterización ambiental para el ámbito regional, se debe procurar el uso de dicho insumo en la elaboración del DAA.

Se deben incorporar al DAA los insumos, saberes, sugerencias, recomendaciones o alertas *pertinentes* que resulten de los procesos de información y participación con los grupos de interés del área de estudio. La pertinencia de los aportes debe evaluarse y documentarse a partir de su complementariedad respecto de los datos técnicos y científicos obtenidos mediante fuentes secundarias o primarias; de su congruencia con el estado y tendencia de elementos del ambiente con los cuales tenga una relación estrecha[45] y; de su capacidad para revelar elementos del ambiente sobre los cuales la ejecución del proyecto puede exacerbar o generar impactos no considerados previamente. Esta evaluación e incorporación de los aportes contribuye constructivamente a la elaboración del estudio.

Dichos aportes deben ser incorporados de manera expresa en el documento, de tal forma que se evidencie su incidencia en el resultado de este numeral y, en caso de estimarlos como no pertinentes, se deben indicar y sustentar las razones por las cuales no se incluyen en la caracterización. En caso de que los grupos de interés no brinden insumos, saberes, sugerencias, recomendaciones o alertas, esta situación debe consignarse y documentarse en el estudio ambiental.

Previo a la obtención de cualquier tipo de información primaria, sea que ésta sea obtenida por expertos o recopilada mediante la consulta a los grupos de interés, es necesario implementar en conjunto de medidas para la atención de la conflictividad a las que hace referencia en el numeral 3.2.1 de este capítulo, a fin de prevenir los malentendidos, situaciones conflictivas e impactos que pueden surgir con la interacción entre formuladores y grupos de interés.

4.1 MEDIO ABIÓTICO

A continuación, se establece el contenido y los lineamientos para desarrollar la caracterización de los componentes que conforman el medio abiótico:

4.1.1 Geológico

La descripción de las unidades litológicas y rasgos estructurales, que incluye las columnas estratigráficas y los perfiles geológicos, se debe realizar tomando como base la información de estudios existentes para el área de estudio y en caso de

[45] El estado y tendencia de los elementos del ambiente con los cuales se asocian los aportes, deben haber sido referenciados en otras fuentes secundarias y primarias de información.

requerirse, empleando información complementaria de análisis y fotointerpretación de imágenes de sensores remotos y trabajo de campo. La descripción de las unidades debe ceñirse a lo establecido en la carta estratigráfica internacional y ser coherente con la cartografía geológica colombiana definida por el Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Debe hacerse especial énfasis en la determinación de los rasgos estructurales asociados a lineamientos, fallas o fracturas que no estén implícitos en la cartografía oficial y que puedan definirse por medio del uso de fotointerpretación de imágenes de sensores remotos y control de campo.

Para proyectos, obras o actividades cuya área por intervenir se encuentre en la subzona terrestre costera o en valles o llanuras aluviales activos, se debe considerar la clasificación de las facies sedimentarias y su relación con las alternativas planteadas.

Asimismo, en la subzona marino-costera, cuando el proyecto, obra o actividad implique la intervención del lecho marino, se debe señalar la relación de la clasificación de las facies sedimentarias marinas con las alternativas planteadas. Igualmente, se debe asegurar que los mapas con la información estratigráfica permitan apreciar las características de los suelos marinos presentes.

4.1.1.1 Geomorfología

La caracterización de las unidades geomorfológicas continentales debe emplear la metodología (IGAC o SGC) que mejor se ajuste tanto a las condiciones evidenciadas en campo, como al propósito y particularidades del proyecto, obra o actividad; dicha selección ha de ser justificada técnicamente. La descripción de las unidades geomorfológicas se debe realizar a partir del estudio de lo siguiente:

- 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 o agradativo).
- Morfoestructuras (análisis y mapeo de las formas de tipo estructural que imperan sobre el relieve).

La caracterización de la geomorfología submarina se debe basar en fuentes de información idóneas (p. ej. SGC, DIMAR, Invemar, CCO) cuyas características se

ajusten tanto a las condiciones evidencias en la región, como al propósito del proyecto, obra o actividad; los requerimientos de información para estas situaciones se indican en los términos de referencia que apliquen.

La cartografía geomorfológica debe desarrollarse a partir de las unidades y rasgos estructurales, considerar fundamentalmente la morfogénesis y la morfodinámica, así como basarse en la fotointerpretación, en el análisis de imágenes de sensores remotos y en el sondeo en campo mediante puntos de observación o control (en caso de requerirse).

Definir las geoformas asociadas a procesos de fenómenos de inundaciones fluviales lentas, avenidas torrenciales y movimientos en masa. Igualmente, se deben determinar y localizar las zonas propensas a la ocurrencia de geoamenazas naturales producto de la actividad sísmica y volcánica.

En caso de que el área de estudio se encuentre en zonas costeras o marítimas, se deben definir las unidades y rasgos geomorfológicos de la línea de costa e incorporar datos batimétricos (isobatas), si ellos existen; asimismo, se deben analizar las variaciones temporales de la línea de costa del área de estudio con base en la información disponible, a fin de establecer las tasas de erosión y acreción sedimentaria, describiendo el grado de alteración de la línea de costa en el rango de tiempo analizado.

4.1.2 Edafológico y usos de la tierra

La caracterización de los suelos y el análisis de su estado actual y capacidad de uso debe desarrollarse a partir de información secundaria, mucha de la cual, así como sus especificaciones técnicas, pueden descargarse gratuitamente de las páginas Web de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales[46] (ICDE) y del IGAC[47]. A continuación, se establecen los mapas de los cuales debe tomarse información para realizar la caracterización y análisis de los suelos:

- Mapa digital de suelos (IGAC): representa la distribución de las características de los suelos, determinadas mediante el levantamiento general a escala 1:100.000. Contiene información sobre las características físicas, químicas, mineralógicas y morfológicas, así como sobre la taxonomía y distribución espacial del suelo.

[46] https://www.icde.org.co/
[47] https://www.igac.gov.co/es/ide/estrategia-y-gobierno-geoespacial/estandares/agrologia

- Mapa digital de capacidad de uso de la tierra (IGAC): representa la clasificación por capacidad de uso de las tierras, determinadas mediante el levantamiento general de suelos a escala 1:100.000. Suministra información importante a través de la determinación de las potencialidades y limitaciones de uso de las tierras a partir del análisis de las características de los suelos. Define las unidades cartográficas de capacidad de uso de las tierras con sus respectivos componentes a nivel de clase, subclase, grupo de manejo, principales limitantes y prácticas de manejo.

- Mapa digital de clasificación de las tierras por su oferta ambiental (IGAC): representa las áreas de oferta ambiental que resulta de la suma de los bienes, funciones y servicios provistos por los sistemas naturales, transformados y los sistemas antrópicos, determinados a partir del levantamiento general de suelos a escala 1:100.000. Contiene la clasificación de las áreas de conservación y protección ambiental, las áreas de producción agrícola, ganadera y explotación de recursos naturales, las áreas de susceptibilidad y amenazas y las áreas consideradas como de patrimonio cultural de la Nación.

- Mapa de uso del suelo: este mapa debe presentarse a partir de la consulta de los usos principales, compatibles, complementarios, restringidos y prohibidos del suelo establecidos en los instrumentos de ordenamiento territorial[48].

- Mapa digital de conflictos de uso (IGAC): representa la distribución de los tipos de conflictos de uso del territorio, generados a partir del análisis de oferta y demanda ambientales, expresados como una correspondencia entre el uso actual y el potencial recomendado, o como la discrepancia entre éstos por sub o sobreutilización del medio natural.

- Mapa de zonificación de manejo de áreas protegidas y mapa de zonificación de manejo de ecosistemas estratégicos para las áreas protegidas o los ecosistemas estratégicos identificados en el área de estudio[49].

[48] Se debe recordar que estos instrumentos incorporan las determinantes de ordenamiento territorial, entre ellas, las asociadas con la conservación, la protección del ambiente y los ecosistemas y las de interés para proteger el derecho humano a la alimentación de los habitantes del territorio nacional localizadas dentro de la frontera agrícola (p. ej. APPA).

[49] Este mapa debe ser suministrado por las entidades o personas encargadas de administrar las áreas protegidas o por las autoridades ambientales con jurisdicción en los ecosistemas estratégicos. En caso de que no exista o de no obtener respuesta de tales entidades o personas, esta situación debe ser señalada y documentada en el estudio ambiental.

La caracterización asociada al contenido de carbono orgánico y al estado de degradación de los suelos debe ejecutarse a partir de la siguiente información[50]:

- Mapa nacional de stock de carbono orgánico de Colombia.
- Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010 – 2011 (Ideam).
- Zonificación de la degradación de suelos por salinización, para el área continental e insular de Colombia a escala 1:100.000 y 1:10.000 respectivamente. Año 2016 – 2017 (Ideam).

4.1.3 Hidrológico

Señalar las áreas, las zonas, las subzonas y los niveles hidrográficos subsiguientes (de acuerdo con la zonificación hidrográfica nacional del Ideam y Minambiente), así como los niveles subsiguientes definidos por las autoridades ambientales competentes, en caso de existir, en los que se localiza el área que se está caracterizando; se debe señalar también su toponimia y distinguir los sistemas lénticos y lóticos. En caso de no existir niveles subsiguientes, se deben definir unidades hidrográficas de análisis a la escala establecida en los respectivos términos de referencia, utilizando la cartografía oficial disponible.

Compilar, para las subzonas hidrográficas en las que se encuentra el área objeto de caracterización, los datos hidroclimáticos disponibles de la red nacional de referencia del Ideam, así como de otras redes existentes en el ámbito regional. La escala temporal de los datos debe ser al menos mensual con datos diarios y la longitud mínima de la serie debe ser de diez (10) años. Debe indicarse la longitud temporal de datos disponibles, el porcentaje de datos faltantes y realizar el respectivo tratamiento de datos cuando aplique (llenado de datos, homogeneidad, consistencia, detección de datos anómalos).

Cuando no exista información disponible de estaciones del Ideam o de autoridades ambientales con adecuada representatividad para el área objeto de caracterización, la información para la obtención de los datos hidroclimáticos puede ser tomada de los modelos globales o de re-análisis global, obtenidos de fuentes de adecuada idoneidad científica y que puedan ser validadas y procesadas para obtener una adecuada resolución. Ejemplos de modelos de clima o tiempo son CFRS, ERA 40, CAM y WRF.

[50] La cual puede ser descargada libremente, junto con sus metadatos, del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) en: http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas.

Presentar las principales características morfométricas (área, perímetro, pendiente media, índice de compacidad, factor de forma, tiempos de concentración, índice de sinuosidad, densidad de drenaje y corrientes, patrones de drenaje regionales y locales) de las unidades de análisis hidrográficas asociadas a los puntos de intervención por captación, vertimiento u ocupación de cauce, con las que en esta fase cuente el proyecto, obra o actividad, así como a nivel de unidad hidrográfica de análisis (como mínimo niveles subsiguientes de las subzonas en la que se encuentra localizada el área objeto de caracterización).

En los casos en que la información hidrológica lo permita, caracterizar el régimen hidrológico, considerando en el análisis los valores normales (anuales, mensuales y diarios), así como los extremos (máximos y mínimos).

Para el análisis de eventos extremos (máximos y mínimos) se deben caracterizar (p. ej. mediante su magnitud, extensión, daños o impactos asociados si aplica) los eventos históricos de inundaciones y sequías ocurridos a partir de fuentes de información secundarias. Se pueden tener en cuenta los mapas de inundación generados por el Ideam, así como los reportes de eventos históricos disponibles generados por las autoridades locales, regionales y unidades de gestión de riesgos; también se puede hacer uso de imágenes satelitales y datos geoespaciales que permitan visualizar y analizar dichos eventos. Se debe tener en cuenta la escala de la información secundaria consultada, frente a la escala requerida en los términos de referencia para el proyecto, obra o actividad, de manera que ambas escalas sean concordantes y permitan el análisis esperado.

En los cauces susceptibles de intervención con ausencia de información (series de datos con periodos temporales inferiores a 10 años o series cuyo análisis de calidad indica que deben ser descartadas), se deben generar series sintéticas a escala mensual o más detallada (p. ej. diaria) en caso de contar con información disponible, a partir de metodologías de transformación de la lluvia en escorrentía utilizando la información temática ambiental disponible (p. ej. geología, edafología, topografía, coberturas y usos de la tierra), métodos de regionalización u otros métodos hidrológicos en cuencas no instrumentadas. En cualquier caso, se debe documentar el modelo conceptual, sus parámetros, la información utilizada, la metodología de implementación, y la estrategia de calibración y validación en función de la información utilizada, considerando la representatividad de los procesos hidrológicos predominantes en la cuenca hidrográfica de estudio.

Conforme a lo mencionado, la calibración y validación se debe realizar mediante pruebas de bondad de ajuste usando 2/3 de la información diaria para calibrar y el 1/3 restante para validar, resaltando que la información debe contar con registros de

mínimo 10 años. En ese contexto se debe realizar pruebas de coeficiente de correlación y de Nash-Sutcliffe para la serie de caudales medios diarios o mensuales, este último en caso de que no haya disponibilidad de información diaria, según las recomendaciones de Molnar (2011). En lo posible no emplear datos cuya prueba de calibración y validación haya resultado en las categorías “mala” o “insuficiente” conforme a los rangos de ajuste que se presentan en las Tablas Tabla 10 y Tabla 11. En caso de no lograr la categoría recomendada (por ejemplo, por falta de calidad en la información hidrológica), se debe suministrar la justificación técnica correspondiente.

A partir de la información secundaria disponible, en caso que la autoridad ambiental no haya realizado la determinación de la oferta hídrica disponible en el marco de sus instrumentos, se debe estimar la oferta hídrica superficial total y disponible a escala mensual para el cuerpo de agua principal con intervención, las unidades hidrográficas de interés según sitios estratégicos por intervención o afectación y cuando aplique, en cada uno de los puntos susceptibles de intervención por captación o vertimiento en aguas superficiales, en caso de estar definidos.

Tabla 10. Coeficiente de correlación

Coeficiente de correlación	Categoría
R < 0,5	Malo
0,5 ≤ R < 0,7	Regular
0,7 ≤ R < 0,8	Bueno
0,8 ≤ R < 1,0	Excelente
R = 1,0	Perfecto

Fuente: Molnar (2011).

Tabla 11. Nash-Sutcliffe

Nash-Sutcliffe	Categoría
N-S < 0,2	Insuficiente
0,2 ≤ N-S < 0,4	Satisfactorio
0,4 ≤ N-S < 0,6	Bueno
0,6 ≤ N-S < 0,8	Muy bueno
N-S ≥ 0,8	Excelente

Fuente: Molnar (2011).

Para el cálculo de la oferta hídrica disponible y considerando la escala de análisis, debe calcularse el caudal ambiental aplicando la metodología del Estudio Nacional del Agua (ENA) la cual se encuentra en función del Índice de Regulación Hídrica (IRH); esta aproximación al caudal ambiental puede ser empleada como criterio en el proceso de comparación y selección de alternativas planteadas. La reducción de zonas de drenaje puede afectar las dinámicas de la cuenca y por ende el caudal ambiental, provocando eventos hidrometereológicos amenazantes, impactos en los recursos naturales y en el uso del agua, así como conflictos socioambientales.

Identificar y referir el índice de aridez señalado en el mapa del índice de aridez del Ideam, con el fin de medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región, estableciendo las áreas deficitarias o de excedentes de agua, teniendo en cuenta la escala requerida en los términos de referencia correspondientes.

Caracterizar la calidad del agua de los cuerpos de agua que sean susceptibles de afectación directa por las alternativas del proyecto (por captación, vertimiento u ocupación de cauce), señalando dentro de qué unidad hidrográfica del área de estudio se encuentra ubicado cada uno de ellos. Esta caracterización puede realizarse con base en información secundaria pertinente, con una antigüedad no mayor a cinco años, proveniente de fuentes oficiales o estudios técnicamente validados. En caso de no contar con dicha información, es posible incluir una caracterización de mediciones básicas in situ (de variables como conductividad, temperatura, oxígeno disuelto y pH) complementada con observaciones de campo (p. ej. registros fotográficos o filmaciones), con el fin de identificar condiciones generales de calidad, manejo de residuos y posibles usos del recurso.

4.1.3.1 Clima

A partir de información de estaciones provenientes del Ideam o de modelos globales o de reanálisis global descritos en el numeral 4.1.3, presentar el análisis temporal y espacial de las variables climáticas referidas a: precipitación media anual y mensual; temperatura media, máxima y mínima mensual y anual y otras estimadas a partir de estas variables como la evapotranspiración potencial y real anual y mensual. Mediante un balance hídrico de largo plazo, comparar diferentes metodologías para la estimación de la evapotranspiración potencial y real que sean aplicables a las características climáticas regionales en función de la información disponible para su validación, como caudales medios mensuales multianuales.

4.1.3.2 Usos del agua

Presentar el inventario de fuentes superficiales y subterráneas abastecedoras, identificando los usos (de acuerdo con los establecidos en el artículo 2.2.3.3.2.1. del Decreto 1076 de 2015 o la norma que la modifique o sustituya) y usuarios actuales (y potenciales, si existe información para ello), haciendo uso de la información secundaria que la autoridad ambiental competente y demás fuentes oficiales dispongan, además de los instrumentos de ordenación hídrica existentes. Lo anterior para los cuerpos de agua susceptibles de intervención por el uso y aprovechamiento del recurso y que estén expuestos a los posibles impactos generados por el desarrollo de las alternativas propuestas. Este análisis debe considerar el levantamiento de dicha información para ambas márgenes del cauce analizado.

Se debe involucrar en el análisis lo señalado en el numeral 4.1.3 en relación con la oferta hídrica disponible y la calidad del agua, así como la descripción general de las características de las obras de ocupación de cauce presentes en los cuerpos de agua susceptibles de intervención en el área de estudio (acompañada de un registro fotográfico o de imágenes satelitales, diseños, información cartográfica, entre otra, que permita determinar las dimensiones, condiciones y detalles de las obras); lo anterior, para establecer cuáles son los conflictos actuales y potenciales.

4.1.4 Oceanográfico

Caracterizar para el ámbito oceanográfico como mínimo las siguientes variables, a partir de información secundaria: dirección y velocidad de vientos, corrientes, mareas, alturas, periodos y direcciones de las olas y, otros parámetros o variables asociadas, en las áreas en las que se plantean las alternativas del proyecto, obra o actividad.

4.1.5 Hidrogeológico

Determinar las unidades hidrogeológicas que se encuentran en el área por intervenir del proyecto que estén siendo aprovechadas (o puedan ser utilizadas para diferentes usos) o que el proyecto, obra o actividad prevea utilizarlas directa o indirectamente; caracterizar dichas unidades a partir del análisis de la información existente (geológica, geofísica, hidrológica, hidrogeoquímica, hidráulica e hidrogeológica), incluyendo la información disponible en los instrumentos de planificación ambiental como el Pomca y el Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA) o de planificación territorial (POT, PBOT o EOT), indicando, en la medida que la información esté disponible, lo siguiente:

- Nombre de las unidades hidrogeológicas identificadas.

- Evaluación geológica – geofísica con la cual se estimen el potencial hidrogeológico, la profundidad del techo y base de las diferentes unidades identificadas, sus espesores promedio, extensión lateral y sus fronteras permeables, impermeables y semi impermeables.

- Características litológicas, mineralógicas, texturales y estructurales (discontinuidades, fracturas y fallas) que condicionan y describen su posible comportamiento hidrogeológico. (porosidad / permeabilidad primaria o secundaria).

- Sistema y tendencias de flujo para las unidades hidrogeológicas, indicando período climático al que corresponde.

- Datos sobre la calidad del agua subterránea.

- Zonas de recarga potencial de acuíferos[51], con su respectiva toponimia, así como la estimación de esta.

- Indicación de parámetros hidráulicos disponibles (conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica, entre otros).

- Mapa de vulnerabilidad de los acuíferos (superficiales) a la contaminación.

- Tipos de captaciones y principales usos y usuarios del agua subterránea, con base en los inventarios de puntos de agua existentes.

Con dicha información secundaria se debe presentar el mapa hidrogeológico, según la escala definida en los términos de referencia que correspondan.

4.1.6 Atmosférico

La caracterización del componente atmosférico debe incorporar los numerales que se mencionan a continuación.

4.1.6.1 Meteorología

Describir y analizar las condiciones meteorológicas mensuales multianuales representativas durante un período mínimo entre tres (3) y cinco (5) años, con base

[51] Debe entenderse por acuífero lo establecido en el artículo 2.2.3.1.1.3. del Decreto 1076 de 2015.

en información de las estaciones meteorológicas existentes instaladas por entidades de índole nacional o regional. En caso de usar información proveniente de redes meteorológicas privadas, las estaciones deben cumplir con los criterios de calidad establecidos por el Ideam, para lo cual, éstas deben estar referenciadas en el catálogo nacional de estaciones del Ideam[52]. Las estaciones empleadas deben estar georreferenciadas, y su selección se debe justificar desde el punto de vista temporal y espacial.

Los parámetros básicos de análisis son los siguientes:

- Temperatura superficial: promedio, mínima y máxima; diaria, mensual y anual.
- Presión atmosférica promedio mensual.
- Precipitación: media diaria, mensual y anual, y su distribución espacial.
- Humedad relativa: promedio, mínima y máxima; 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 la caracterización de vientos se deben incluir aspectos de dirección, velocidad y frecuencias con las que se presentan, elaborando la rosa de los vientos diurna y nocturna, así como una tabla de variabilidad en la velocidad de éstos, a fin de 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 de medida. Se debe presentar la información meteorológica específica de cada alternativa. En el caso en que la información meteorológica cubra espacialmente el área de estudio de todas las alternativas propuestas, la información debe ser presentada sólo una vez.

Cuando no exista información disponible de estaciones meteorológicas avaladas por el Ideam con adecuada representatividad para el área de estudio, la información

[52] El catálogo nacional de estaciones del Ideam puede ser consultado en el siguiente enlace: http://dhime.ideam.gov.co/webgis/home/

meteorológica puede ser tomada de los datos de modelos globales o de re-análisis global, obtenidos de fuentes de adecuada idoneidad científica y que puedan ser validados y procesados para obtener una adecuada resolución sobre el área de estudio. Ejemplos de modelos de clima o tiempo son CFRS, ERA 40, CAM, WRF, entre otros.

Se debe realizar un análisis estadístico del error y demostrar el procedimiento de validación de resultados empleado. En este caso se requiere que el estudio establezca claramente la fuente de la información, anotando el periodo de datos analizado, la resolución de la información, el tipo de dato procesado y las variables contenidas, todo ello en un formato de texto editable. Para este análisis, se requiere como mínimo analizar el año más reciente de la serie de datos empleada.

4.1.6.2 Determinación de fuentes de emisión

A fin de determinar las fuentes de emisión se deben consultar inventarios formales de emisiones (que incluyen la caracterización de presencia de fuentes de emisión y cuantificación de emisiones), así como otras fuentes de información sobre emisiones atmosféricas como el Sistema para el Análisis y Gestión de Información del Licenciamiento Ambiental (AGIL) en dónde es posible consultar la ubicación geográfica de los proyectos licenciados, y la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales (VITAL), en dónde se puede consultar la información documental de cada uno de los proyectos licenciados que cuentan con permisos de emisiones vigentes o fuentes de emisión autorizadas, así como permisos de emisiones otorgados o fuentes emisión autorizadas por las autoridades ambientales.

Por lo anterior, mediante la consulta de fuentes de información secundaria (entidades del Estado, estudios ambientales de proyectos cercanos, departamentos, municipios, peajes, entre otras), se debe presentar como mínimo la siguiente información[53]

- Determinación y georreferenciación de las fuentes fijas de emisión atmosférica dispersas de área y puntuales existentes, señalando el tipo de fuente, temporalidad y la actividad económica asociada.

- Determinación y georreferenciación de los trazados de las fuentes lineales y móviles con sus respectivos aforos (los aforos deben presentarse sólo cuando puedan ser obtenidos de información secundaria).

[53] En caso de que no exista la información indicada en las fuentes secundarias, ésta debe ser generada directamente por quien elabora el estudio.

- Determinación y georreferenciación de las fuentes naturales de emisión atmosférica relevantes (volcanes, desiertos, entre otras).

- Determinación y georreferenciación de los potenciales receptores de interés, ubicados en asentamientos humanos (viviendas, e infraestructura social, económica, cultural o recreativa), en zonas rurales y en áreas con elementos naturales susceptibles.

Si existe un inventario oficial de emisiones, se debe suministrar la relación y georreferenciación de las emisiones por fuente, señalando los tipos de contaminantes generados.

4.1.6.3 Calidad del aire y modelización de escenarios (información de inmisión)

Si existe información secundaria del Subsistema de Información sobre la Calidad de Aire (SISAIRE), de monitoreos de campañas de calidad del aire de conocimiento público de laboratorios acreditados por el Ideam o información de inmisión por modelización de entidades de reconocida idoneidad científica nacional o internacional, se debe determinar el estado de la calidad del aire en concentración para gases y material particulado, sobre los receptores identificados para cada alternativa del proyecto. En caso de contar con la anterior información, se debe como mínimo tener en cuenta la información de concentraciones y direcciones de viento, con el fin de correlacionarlas y generar análisis cercano del comportamiento de la dispersión, se debe allegar la georreferenciación de los puntos de obtención de información de los parámetros evaluados.

En caso de contar con una cuantificación oficial de las emisiones y cuando el proyecto, obra o actividad pueda generar un impacto por las fuentes de emisión, se debe realizar una modelización básica de la dispersión de los contaminantes en el área de estudio para cada una de sus alternativas (por ejemplo mediante modelos de caja o screening), incluyendo los receptores de contaminación y las fuentes de emisión identificadas en el numeral 4.1.6.2 de este capítulo, así como la información meteorológica disponible. Este modelo del escenario sin proyecto debe permitir representar de manera preliminar las condiciones de línea base de calidad del aire, y ser soportado mediante la presentación de un informe que dé cuenta de la concentración de fondo.

En caso de no contar con información secundaria, se debe dejar constancia documentada de los esfuerzos realizados para la obtención de datos, incluyendo consultas a las autoridades ambientales competentes y la revisión de plataformas oficiales como Sisaire. Adicionalmente, se debe realizar la caracterización mediante

información satelital disponible, destacándose como fuentes: Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS), MODIS (NASA), Sentinel-5P (TROPOMI), u otras que permitan obtener dicha información. Se debe especificar la metodología de procesamiento empleada, la resolución espaciotemporal de los datos, las limitaciones técnicas identificadas y el análisis de los resultados obtenidos con respecto a los estándares de calidad del aire establecidos en la Resolución 2254 de 2017, o en la norma que la modifique o sustituya.

4.1.6.4 Ruido

La información de caracterización de ruido debe permitir determinar e inventariar las posibles fuentes de emisión existentes, determinar los potenciales receptores de interés y, elaborar cartografía temática considerando la información señalada a continuación:

- Fuentes de generación de ruido existentes: fijas, de área y lineales, los trazados de las móviles con sus respectivos aforos vehiculares que pudieran existir en el área como información secundaria (peajes, proyectos de construcción de vías, entre otras), discriminando el periodo (de manera horaria - vehículo/hora, vehículos totales) por periodo de evaluación de acuerdo con los periodos propuestos por la Resolución 627 de 2006 de MAVDT o aquella norma que la modifique o sustituya, el tipo de vehículo (liviano, pesado, moto), velocidad promedio, clasificación de la superficie de rodamiento (vías, rieles) y características de carril (ancho, número, dirección de tránsito, tipo de grava, material balasto, entre otras).

- Potenciales receptores de interés en asentamientos humanos en zonas urbanas y rurales, especificando el tipo de receptor (p. ej. viviendas, instituciones educativas, centros de salud) y el uso de suelo asociado.

- Áreas pecuarias y AEIA (p. ej. AICA, humedales, manglares, santuarios de fauna) que puedan resultar impactadas por el aumento en la presión sonora.

4.2 MEDIO BIÓTICO

El proceso de obtención, procesamiento y análisis de la información debe ser integral y determinar las características cualitativas y cuantitativas asociadas a la composición, estructura y función de los ecosistemas presentes en el área objeto de caracterización.

En caso de que la información disponible del área de estudio del medio sea insuficiente o esté desactualizada (mayor a cinco años u otro periodo de acuerdo con

las características del fenómeno estudiado) y sea necesaria la captura y colecta de especímenes de la diversidad biológica, es necesario obtener de forma previa el permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres con fines de elaboración de estudios ambientales de acuerdo con lo establecido en la Sección 2, Capítulo 9, Título 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquella que la modifique o sustituya.

La descripción de la flora y la fauna (anfibios, reptiles, aves, mamíferos, peces continentales y marinos e invertebrados marinos) se realiza fundamentalmente mediante información secundaria, consultando fuentes del ámbito local o regional referidas al área de estudio del medio biótico como SiB Colombia, colecciones en línea de la Universidad Nacional de Colombia, otras colecciones y bases de datos reconocidas, libros, capítulos de libros, artículos científicos y documentos técnicos, planes de manejo de áreas protegidas, Sistema de Información de Monitoreo de Parques Nacionales Naturales de Colombia (SULA).

La identificación de las especies de flora y fauna amenazadas (CR: en peligro crítico; EN: en peligro; VU: vulnerable) debe realizarse a partir de la verificación de la Resolución 0126 de 2024 o aquella que la modifique o sustituya. Complementariamente, esta identificación debe realizarse mediante la consulta de los listados de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en su versión más actualizada[54], los libros rojos de Colombia (Calderón et al., 2005; Morales-Betancourt et al., 2015; Rengifo et al., 2002; Rodríguez et al., 2006; Rueda-Almonacid, Amézquita & Lynch, 2004; Mojica et al., 2012; Linares y Uribe, 2002), los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES), el Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la región del Gran Caribe, entre otras.

El grado de detalle de la información y su representación cartográfica debe estar en consonancia con la descripción solicitada en los términos de referencia. Su presentación cartográfica debe emplear la escala establecida en los respectivos términos de referencia, o una más detallada, de acuerdo con las características del proyecto, obra o actividad.

A continuación, se establece el contenido y lineamientos generales para desarrollar la caracterización de los componentes del medio biótico.

[54] El estudio ambiental debe señalar la fecha de consulta del listado de la UICN.

4.2.1 Ecosistemas terrestres

Para delimitar los ecosistemas terrestres es necesario identificar qué ecosistemas del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia, Versión 2.1, escala 1:100.000 (2017) (Ideam et al., 2017), o de sus versiones posteriores, se localizan en el área de estudio; luego de ello, se deben describir las características principales de dichos ecosistemas a partir de fuentes de información secundaria o de información primaria en caso de que la información no esté disponible o se encuentre desactualizada.

La elaboración del mapa de las coberturas de la tierra asociadas a cada ecosistema debe realizarse de acuerdo con la versión oficial vigente de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, a partir de insumos provenientes de sensores remotos como imágenes de satélite, imágenes de radar y ortofotos que estén disponibles para el área de estudio y cuya antigüedad no sea mayor a 3 años. En caso de emplear información de mayor antigüedad, se debe argumentar técnicamente porqué se emplea dicha información.

Presentar la información cartográfica de ecosistemas y coberturas de la tierra resultante con la escala que establezcan los términos de referencia o con una más detallada, en caso de ser necesario. En caso de que se requiera ejecutar muestreos, la información resultado de estos debe integrarse al MAG.

4.2.1.1 Flora

La descripción de la flora se debe realizar para cada una de las unidades de cobertura de la tierra mediante las siguientes actividades:

- Determinación de la composición florística de las coberturas de la tierra

- Aproximación a la determinación de la estructura vertical y horizontal de las unidades de cobertura de la tierra con vegetación natural y seminatural. De no contar con información secundaria reciente, es posible obtener información primaria en los puntos de control de campo empleados para delimitar las coberturas de la tierra.

- Identificación de especies mediante parámetros que valoren el interés público dado su estado de conservación, veda nacional o regional, vulnerabilidad y tipo de distribución geográfica (endemismos).

4.2.1.2 Fauna

La descripción de la fauna debe referirse a anfibios, reptiles, aves, mamíferos y peces; la determinación taxonómica debe realizarse hasta el nivel sistemático más preciso de acuerdo con información disponible que esté actualizada. Tener en cuenta la toponimia de la región.

Establecer cuál es la fauna silvestre asociada a las diferentes unidades de cobertura de la tierra delimitadas en la descripción de la flora (empleando la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia).

La localización de áreas de importancia para la fauna, en las que puede ocurrir la cría, reproducción, alimentación y anidación, se puede determinar a partir de las preferencias de hábitat de las especies, y complementariamente a través de los resultados de los ejercicios de fragmentación (p. ej. determinación de áreas núcleo). La información cartográfica asociada a estas áreas debe presentarse a la escala que establezcan los términos de referencia, o a una escala más detallada si el análisis lo requiere.

Identificar y clasificar cada una de las especies determinadas según parámetros que valoran el interés público (endemismos, vedas, rareza[55], migración, distribución geográfica y estado de conservación).

4.2.1.3 Análisis de fragmentación y conectividad ecológica

Previo al desarrollo del análisis de fragmentación y conectividad, es necesario determinar el estado de transformación de las coberturas identificando su cambio y tendencia, así como los agentes que más contribuyen con este proceso (p. ej. mapas de índice de huella humana). Este análisis debe realizarse fundamentalmente a partir de información secundaria, por ejemplo, la contenida en instrumentos de planificación como los Pomca y los Planes de ordenación forestal siempre y cuando ésta esté disponible y actualizada.

El análisis de fragmentación se debe desarrollar utilizando las unidades de cobertura de la tierra naturales y seminaturales, de forma tal, que sea posible calcular métricas de parche (p. ej. distancia euclidiana al vecino más cercano), métricas de clase (p. ej. área total, número de parches, distancia de borde, radio de giro, índice de forma, índice

[55] En el ámbito del licenciamiento ambiental, la rareza de una especie es función de las siguientes variables: i) área de distribución geográfica; ii) requerimientos de hábitat y; iii) tamaños poblacionales. El documento Regiones biodiversas de Kattan & Naranjo (2008), puede servir como referencia para establecer la rareza de una especie.

de dimensión fractal) y métricas de paisaje (índices de diversidad) que permitan definir el estado actual del área de estudio para el medio biótico y la dinámica de la zona en términos de tamaño, número de parches, aislamiento y forma; para ejecutar este análisis, es necesario determinar cómo los agentes que más contribuyen al cambio propician la fragmentación.

El análisis de conectividad ecológica, que es complementario al uso de métricas de fragmentación, se debe adelantar con base en información secundaria o primaria para describir los elementos que más aportan a la conectividad del territorio. Es posible emplear índices de conectividad basados en la teoría de grafos para determinar y valorar el rol de los fragmentos definidos como parches de hábitat o nodos de red y su importancia para la conectividad ecológica a partir de las unidades de cobertura de la tierra definidas (ver por ejemplo Bodin & Saura (2010); también es posible emplear los análisis de conectividad realizados por distintas entidades o institutos que se encuentren disponibles para la región en la que se ubica el área de estudio. Los resultados del análisis deben permitir la comparación de las alternativas a partir de su afectación a las áreas de importancia para la conectividad.

Los análisis de fragmentación y conectividad ecológica deben desarrollarse empleando software de procesamiento geoespacial.

4.2.2 Ecosistemas acuáticos

La caracterización de los ecosistemas acuáticos continentales lóticos y lénticos, se enfoca en determinar su localización de acuerdo con el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia, Versión 2.1, escala 1:100.000 (2017) (Ideam et al., 2017), o en sus versiones posteriores o en otra información secundaria disponible.

Teniendo en cuenta procesos ecológicos fundamentales como la migración de especies y el transporte de semillas, se debe determinar su dinámica general e importancia en el contexto regional y nacional (según aplique), considerando aquellos atributos que pueden sufrir impactos por el desarrollo de las alternativas del proyecto, considerando aspectos como: los tramos de cauces que podrían ser modificados o eliminados o los flujos de los cuerpos de agua, las comunidades biológicas asociadas o los procesos de migración[56] que podrían ser restringidos, aislados o fragmentados temporal o permanente. Este análisis debe desarrollarse a partir de información cartográfica u otro tipo de información secundaria disponible.

[56] Para ecosistemas terrestres se sugiere revisar las metodologías desarrolladas por Angarita et al. (2018) para la depresión Momposina y por Carvajal-Quintero et al. (2017) para la cuenca del Magdalena y, para ecosistemas oceánicos, el documento de Carr & Hanzen (2019).

Para ecosistemas marino-costeros la caracterización consiste en establecer, principalmente a partir de información secundaria, la localización de ecosistemas de interés tales como arrecifes coralinos de aguas someras y profundas, praderas de pastos marinos, ecosistemas pelágicos (neríticos y oceánicos), bosques de manglar, litoral rocoso y arenoso, fondos blandos, duros y vegetados, estuarios, lagunas costeras, zonas pantanosas, ciénagas, deltas, entre otros.

Asimismo, se debe describir la problemática ambiental y uso actual de los ecosistemas acuáticos continentales y marino costeros, considerando información disponible sobre su estado general de conservación.

La información cartográfica resultante debe presentarse a la escala que establezcan los respectivos términos de referencia o a una escala más detallada si el análisis lo requiere.

4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

La caracterización del medio socioeconómico debe realizarse para las unidades de análisis territorial establecidas para el área de estudio de este medio, sin embargo, es preciso presentar información de contexto (nivel departamental, municipal o de otros entes territoriales constitucional y legalmente reconocidos) que proporcione una perspectiva integral del territorio, sin que ello conlleve a que dicha información corresponda con la delimitación del área de estudio del proyecto, obra o actividad.

Se debe emplear información oficial, sin limitarse a la indicada en el apartado fuentes de información del medio socioeconómico del capítulo I, entre ella la generada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (por ejemplo la referida a demografía, actividades económicas y división político administrativa), la Unidad de Planeación Rural Agropecuaria (UPRA), el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (Sisbén), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Ministerio de Cultura, la Agencia para la Reincorporación y Normalización (ARN), la Unidad de Búsqueda de Personas dadas por Desaparecidas (UBPD) y la Fiscalía General de la Nación, así como la contenida en los instrumentos de ordenamiento territorial, los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, los planes de desarrollo departamental, los planes de desarrollo municipal, los planes de ordenamiento ambiental étnico, entre otros.

Se debe consultar a la Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (Unidad para las víctimas) si en el área de influencia existen sujetos de reparación colectiva, si están reconocidos, cuáles son sus mecanismos de organización y en qué fase de la ruta de reparación colectiva se encuentra el grupo. La caracterización y

obtención de información debe realizarse a través de la Unidad para las víctimas siguiendo sus directrices. Con el propósito de prevenir riesgos a las personas, la caracterización del medio socioeconómico debe abordarse y enfocarse en los grupos de interés identificados procurando no exacerbar los riesgos preexistentes.

A continuación, se establece el contenido y lineamientos generales que se deben seguir para caracterizar los componentes que conforman el medio socioeconómico.

4.3.1 Demográfico

Se debe presentar información que permita caracterizar lo siguiente:

- Dinámica de poblamiento. Se debe describir: 1) las características más importantes del proceso de ocupación del territorio por parte de las poblaciones humanas, teniendo en cuenta antecedentes e hitos importantes con relación a su asentamiento y expansión, incluidos aquellos relacionados con el desplazamiento forzado o con los impactos de intervenciones humanas en el territorio y del cambio climático; 2) los grupos socioculturales (indígenas, negritudes, campesinos, entre otros) y; 3) los sujetos de especial protección constitucional y personas y organizaciones defensoras de derechos humanos en asuntos ambientales, teniendo en cuenta la salvaguarda de su información para evitar situaciones de riesgo asociadas a seguridad.

- Dinámica poblacional. Se debe describir: 1) la movilidad espacial actual y tendencial, así como los factores que influyen en fenómenos migratorios; 2) la estructura y densidad poblacional en las áreas rural y urbana, discriminando la información por sexo y género; 3) los índices que reflejen la situación de pobreza de la población (p. ej. necesidades básicas insatisfechas, índice de pobreza multidimensional, índice de calidad de vida).

Presentar un listado de las unidades de análisis territorial, incluyendo la estimación de la población total y potencialmente impactada en cada alternativa, con el propósito obtener información que permita dimensionar los impactos ambientales previstos para la población, de acuerdo con las alternativas propuestas.

4.3.2 Espacial

Presentar información municipal y del área de estudio sobre los servicios públicos (acueducto, energía eléctrica, alcantarillado y gestión de residuos sólidos) y sociales (infraestructura vial, salud, educación, recreación y equipamiento comunitario, acceso a medios de comunicación y a tecnologías de la información y las comunicaciones).

Detallar la calidad y cobertura de los servicios públicos y sociales, y su relación con las alternativas del proyecto.

4.3.3 Económico

Con el objeto de brindar un panorama general sobre la dinámica económica relacionada con el proyecto y la comparación de las alternativas, se debe determinar y analizar los procesos existentes teniendo en cuenta los siguientes elementos:

i) Distribución de la propiedad de la propiedad rural (micro, minifundio, pequeña, mediana y gran propiedad) de acuerdo con las categorías establecidas en el numeral de metodología y tratamiento de la información del Atlas de la Distribución de la propiedad rural en Colombia (IGAC, 2012) y de tenencia de la tierra (comunitaria, propiedad privada, arrendamiento, aparcería, tierras colectivas, zonas de reservas campesinas, zonas de desarrollo empresarial, Zonas de Interés de Desarrollo Rural, Económico y Social (ZIDRES), entre otras).

ii) Territorios étnicos solicitados en constitución, ampliación, saneamiento o reestructuración, de acuerdo con la información oficial de las entidades competentes.

iii) Áreas con procesos de restitución de tierras. Se debe indagar si en el área de estudio existen procesos en etapa administrativa o judicial e indicar si el interesado en obtener licencia ambiental es parte en alguno de ellos.

iv) Procesos productivos y tecnológicos, describiendo el 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 estos sectores, e identificando su importancia en el contexto local; se deben señalar los volúmenes aproximados de producción, tecnologías empleadas, centros productivos e infraestructura asociada y niveles de ingreso. Como mínimo, en caso de que en el área de estudio predomine la actividad agropecuaria, describir las técnicas productivas y los canales de comercialización; en caso de que existan áreas de turismo, describir comparativamente la actividad económica, sitios principales y prospectiva de turistas esperados.

v) Uso de las vías principales y secundarias asociadas a las actividades económicas de cada una de las alternativas.

vi) Polos de desarrollo o enclaves que interactúan con el área objeto de la caracterización económica.

vii) Características del mercado laboral actual (ocupación, empleo, desempleo y subempleo), principales fuentes de empleo y existencia de centros de formación para el empleo.

4.3.4 Cultural

4.3.4.1 Comunidades no étnicas

La información que se recolecte debe permitir comparar las alternativas de manera que permita tener una visión general de los patrones de asentamiento ya descritos, así como de la dependencia económica y sociocultural al entorno, articulando estos procesos históricos con la dinámica actual, así como determinar los hechos históricos relevantes (migraciones, adopción de nuevas tecnologías, cambios de actividad productiva, entre otros) que hayan implicado cambios culturales.

De igual forma, se deben identificar las prácticas culturales y tradicionales de la población, sus valores simbólicos, idiosincrasias y creencias, así como los usos tradicionales de los recursos naturales renovables y el ambiente, y la existencia de iniciativas orientadas a la protección o conservación ambiental.

4.3.4.2 Comunidades étnicas

La información que se emplee puede ser primaria (reuniones, entrevistas, entre otros) o secundaria (estudios etnográficos, investigaciones, entre otros) y esta debe permitir describir los aspectos más relevantes de las comunidades étnicas, involucrando las siguientes variables: bases del sistema sociocultural, usos y costumbres culturales, sistema de creencias y valores, estructura del territorio, demografía, salud, educación, religiosidad/cosmogonía, etnolingüística, economía tradicional, organización sociocultural, formas de ocupación étnica de conformidad con los establecido en el glosario[57] y presencia institucional.

4.3.5 Arqueológico y patrimonio cultural

Indicar la existencia de sitios de reconocido o potencial interés histórico, cultural y arqueológico, declarados como parques arqueológicos, patrimonio cultural nacional o patrimonio histórico de la humanidad, patrimonio cultural subacuático o aquellos yacimientos arqueológicos que por la singularidad de sus contenidos culturales

[57] Se debe solicitar a la Agencia Nacional de Tierras información sobre la existencia o no de cualquier forma de ocupación étnica que cuente con delimitación y titulación o que se encuentre en proceso.

ameriten ser preservados para la posteridad, consultando entre otras fuentes de información secundaria, los listados de patrimonio mundial de la Unesco, la lista de bienes declarados bien de interés cultural del ámbito nacional y la lista representativa de patrimonio cultural inmaterial[58].

4.3.6 Político-organizativo

Se deben identificar y caracterizar los grupos de interés que interactúan en el territorio y que configuran las dinámicas de poder e inciden en la toma de decisiones, tales como asociaciones de carácter político, económico, cultural, ambiental y comunitario, gremios, juntas de acción comunal, autoridades ambientales y autoridades étnicas, sujetos de espacial protección por parte del Estado, entre otros.

Se deben analizar las interacciones político organizativas a partir de las particularidades sociales y territoriales que viven los grupos de interés de acuerdo con sus realidades y necesidades; por ejemplo, se debe analizar cómo, en la conformación de este tipo de relaciones, interactúan los grupos de interés que tienen barreras de acceso a la información, dificultades para acceder a los espacios participativos, situaciones de derechos humanos (que pueden consultarse a través de alertas tempranas de la Defensoría del Pueblo), relaciones asimétricas de poder o que por aspectos estructurales del territorio se ven envueltos en procesos de conflictividad socioambiental.

4.3.7 Tendencias del desarrollo

Presentar una síntesis de la realidad socioeconómica que resulte de la articulación de los elementos más relevantes analizados en los otros componentes (demográfico, espacial, económico, cultural y político-organizativo), así como de los señalados en los planes de desarrollo, de ordenamiento territorial (tener en cuenta la información sobre la prospectiva), de gestión ambiental, de ordenamiento ambiental étnicos, de vida o de etnodesarrollo existentes (en ejecución o proyectados) en los ámbitos nacional, departamental y municipal. En los casos en que esta información varíe significativamente entre una alternativa y otra, se debe presentar de manera diferenciada para cada alternativa.

[58] Para los proyectos, obras o actividades de infraestructura de transporte se debe indicar si en el área de estudio existen áreas de interés forense, para lo cual es necesario consultar a la Unidad de Búsqueda de Personas dadas por Desaparecidas (UBPD) y a la Fiscalía General de la Nación. Lo anterior, de acuerdo con la orden judicial Justicia Especial para la Paz -Sección de primera instancia para casos de ausencia de reconocimiento de verdad y responsabilidad- AI 070 de 2022 y AI 017 de 2024.

Para lo anterior, es necesario señalar los proyectos de desarrollo impulsados tanto por el sector oficial, como por el sector privado, en la medida en que dicha información esté disponible, con el objeto de evaluar la influencia del proyecto, obra o actividad en la tendencia de desarrollo, en caso de aplicar.

4.3.8 Conflictividad socioambiental

Se deben señalar los conflictos socioambientales que existen en el área de estudio a partir de información secundaria como la que se señala en la Tabla 4, Fuentes de información del medio socioeconómico, donde se mencionan fuentes principales y secundarias de información; asimismo se deben identificar las posibles causas subyacentes de la conflictividad socioambiental de acuerdo con la documentación registrada.

Con la información recolectada se debe analizar la conflictividad existente sobre el uso, acceso y disponibilidad de los recursos naturales y elementos ambientales caracterizados, de manera que sea posible comparar las alternativas y tener una visión preliminar sobre cómo los impactos ambientales asociados a tales recursos y elementos pueden incidir en los derechos humanos conexos al derecho a un ambiente sano.

Asimismo, se deben determinar las barreras que enfrentan los líderes comunitarios o personas para comunicar sus inquietudes y aportes de información, en especial los asociados a los conflictos socioambientales existentes. Con este fin, entre otras actividades, se debe identificar si en las entidades territoriales en las cuales se presentan tales los conflictos hay un riesgo medio, alto o extremo para la labor de las personas, grupos, u organizaciones defensoras de derechos humanos en asuntos ambientales, de acuerdo con las alertas tempranas de la Defensoría del Pueblo.

4.3.9 Información preliminar sobre reasentamiento involuntario de población

Se debe aportar para cada alternativa la información preliminar sobre la población e infraestructura susceptible de reasentamiento involuntario generado por el proyecto, obra o actividad a partir de una estimación de las siguientes variables:

- Número de unidades de vivienda susceptibles de reasentamiento involuntario.
- Cantidad de población que posiblemente sea objeto de reasentamiento involuntario, discriminada hasta el nivel más detallado posible (municipio, vereda o unidad de análisis territorial correspondiente).

- Tipo y número de unidades sociales existentes potencialmente impactadas (residentes, productivas y mixtas).

- Actividades económicas de la población que puedan verse afectadas con el reasentamiento.

- Equipamientos comunitarios susceptibles de afectación.

- Sitios sagrados, centros religiosos y lugares con importancia para la memoria histórica susceptibles de afectación, daño o desaparición.

4.4 ÁREAS DE ESPECIAL INTERÉS AMBIENTAL (AEIA)

Se deben representar cartográficamente en el mapa de ecosistemas, las AEIA públicas y privadas de los ámbitos nacional, regional y local señaladas en la *Tabla Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA)*[59], así como su zonificación de manejo (en caso de existir). Esta representación debe hacer evidente la ubicación y distancia de estos elementos con respecto a las posibles opciones de localización o trazado de las alternativas.

Para determinar y localizar las AEIA y su zonificación de manejo, se debe consultar cartografía reconocida por alguna entidad estatal del SINA, como por ejemplo, la incorporada en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA) y el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP); asimismo, es posible emplear planes de manejo de las áreas protegidas, herramientas de análisis de información ambiental en línea como el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y también, los portales Web de institutos de investigación adscritos y vinculados a Minambiente, y los de las autoridades ambientales regionales y de la Agencia Nacional de Tierras (ANT), entre otros.

4.5 PAISAJE

La caracterización del paisaje debe abordarse cuantitativa y cualitativamente e integrar coherentemente información de los factores y componentes asociados a los medios abiótico, biótico y socioeconómico para reflejar la realidad del paisaje. La caracterización debe desarrollar las siguientes actividades:

[59] Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/otras-herramientas-tecnicas/. Se debe señalar en el estudio ambiental la fecha en la cual se consultó esta tabla.

- Determinación y descripción de unidades, elementos del paisaje y sitios de interés paisajístico. Las unidades de paisaje deben definirse a partir de los elementos predominantes de la zona, los cuales pueden estar relacionados, por ejemplo, con el tipo de cobertura predominante, ya sea natural, seminatural o artificial, el relieve o cualquier otra característica fisiográfica. A partir del elemento predominante, se deben generar unidades homogéneas que puedan ser diferenciadas entre sí, caracterizadas y representadas cartográficamente.

- Análisis de visibilidad. Debe incluir la localización de los observadores (fijos y móviles) y sitios de interés paisajístico y determinar las escalas visuales o planos en los cuales es visible cada unidad de paisaje. Para lo anterior se deben emplear modelos que consideren factores que influyan en la accesibilidad visual incluyendo, como mínimo, la cobertura de la tierra y el relieve. Se deben presentar los insumos cartográficos de entrada del modelo.

- Análisis de calidad visual para cada unidad de paisaje. Debe considerar como mínimo relieve, cobertura de la tierra y grado de intervención.

- Análisis de fragilidad visual para cada unidad de paisaje. Debe considerar como mínimo pendiente, estructura de la vegetación y contraste.

Para la caracterización del paisaje se debe emplear principalmente información secundaria proveniente de estudios, investigaciones, instrumentos de ordenamiento territorial, planes de desarrollo municipal o departamental, sensores remotos e inventarios de recursos turísticos, entre otras fuentes.

5. ANÁLISIS DE RIESGOS

Partiendo de la caracterización ambiental del área de estudio de cada alternativa contemplada, los Planes municipales de gestión de riesgo, las Estrategias de respuesta a emergencia, los Estudios básicos de amenazas y los Estudios detallados de gestión de riesgo, así como de las actividades señaladas en la descripción del proyecto, obra o actividad se debe adelantar el proceso de conocimiento del riesgo ejecutando las siguientes acciones:

- Identificación, descripción y análisis de las amenazas de origen exógeno que se pueden presentar para cada alternativa contemplada, considerando aquellas que son propias del territorio dónde se propone el desarrollo del proyecto, obra o actividad y empleando como soporte los instrumentos de ordenamiento y planificación ambiental del territorio. Esta identificación debe

realizarse empleando lo consignado en el numeral de caracterización ambiental y la información secundaria más reciente, a la escala más detallada posible.

- Identificación y descripción de las amenazas de origen endógeno asociadas a la naturaleza del proyecto, obra o actividad que puedan presentarse en cada una de sus etapas de ejecución y que puedan llegar a afectar los elementos expuestos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

- Análisis de probabilidad para las amenazas identificadas, basado en fuentes de información verificables.

- Identificación y georreferenciación, para cada alternativa, de elementos expuestos a las probables afectaciones de las amenazas analizadas. Esto incluye, asentamientos humanos dispersos y nucleados, infraestructura social, condiciones sociales relevantes áreas destinadas a la producción económica (agropecuaria, forestal, pesquera, acuícola, minera, entre otras), acuíferos, áreas de especial interés ambiental, áreas degradadas, sitios de captación de agua, bocatomas, sistemas de riego, áreas con reglamentación especial definida en los instrumentos de ordenamiento y planificación del territorio. Esta identificación debe realizarse empleando lo consignado en el numeral de caracterización ambiental y la información secundaria más reciente, a la escala más detallada posible.

- Análisis de vulnerabilidad semicuantitativo o cuantitativo con base en los elementos expuestos identificados y la sensibilidad ambiental del área de estudio.

- Análisis de riesgo semicuantitativo o cuantitativo para cada alternativa (empleado la información disponible más reciente y detallada posible), a partir de la interacción entre las amenazas y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Se debe realizar una descripción detallada de la metodología utilizada.

Los resultados de los análisis de amenazas, vulnerabilidad (con los elementos expuestos) y riesgos que se obtengan para cada alternativa deben ser incorporados al Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG).

6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL[60]

A partir de la información recabada en la caracterización del área de estudio, se deben espacializar áreas homogéneas de acuerdo con la susceptibilidad a la alteración de los factores ambientales de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Específicamente, el área de estudio del DAA y el área en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos negativos de cada alternativa deben subdividirse en zonas geográficas con diferentes grados de sensibilidad ambiental. La sensibilidad ambiental de cada zona debe ser clasificada en una de las siguientes categorías: “muy baja”, “baja”, “media”, “alta” y “muy alta”.

El proceso para desarrollar esta zonificación debe partir de las características de las unidades de análisis de los componentes ambientales, establecer el grado de sensibilidad ambiental de las unidades de análisis a partir de tales características e integrar coherentemente dicha información geográfica para establecer: i) la zonificación ambiental del área de manifestación de los impactos significativos negativos de cada alternativa y ii) la zonificación ambiental del área de estudio del DAA.

Se debe presentar la información documental y geográfica asociada a la zonificación ambiental, así como describir detalladamente el método empleado para establecer la sensibilidad ambiental y para integrar dicha información a fin de obtener la zonificación de cada alternativa y del área de estudio del DAA, indicando lo siguiente:

- Las unidades de análisis de los factores o componentes que se emplearon para la zonificación ambiental de cada medio.

- Los criterios utilizados para valorar cuantitativa o cualitativamente la sensibilidad ambiental de las unidades de análisis de cada factor o componente, a partir de sus parámetros constitutivos.

- El método de procesamiento de información geográfica señalando los cálculos, funciones, ponderaciones y demás procedimientos ejecutados para establecer la sensibilidad de las unidades de análisis de los factores o componentes, así como para agrupar y obtener áreas homogéneas con diferentes categorías de

[60] En caso de que Minambiente establezca o adopte con posterioridad a este documento, una metodología de zonificación ambiental y zonificación de manejo ambiental, ésta deberá ser utilizada para la elaboración de estudios ambientales.

sensibilidad ambiental del área en la que se manifiestan los impactos significativos negativos de cada alternativa y del área de estudio del DAA.

Se debe justificar técnicamente cada uno de los procedimientos ejecutados y la información empleada para el desarrollo de esta zonificación. Asimismo, se debe realizar un análisis de los resultados obtenidos de la aplicación del método de procesamiento de información geográfica, señalando para el área en la que se manifiestan los impactos significativos negativos de las alternativas y para el área de estudio del DAA, la extensión en hectáreas de cada categoría de sensibilidad ambiental y su participación porcentual con relación a la superficie total del área a la cual corresponde.

La zonificación ambiental del área en la que se manifiestan los impactos significativos negativos de las alternativas y la zonificación ambiental del área de estudio del DAA, deben cartografiarse a la escala que establezcan los respectivos términos de referencia, o a una más detallada de acuerdo con la sensibilidad ambiental de la temática tratada; esta información geográfica debe presentarse en la estructura definida por la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya.

Para definir la zonificación es necesario tener en cuenta el listado de áreas y las consideraciones de la Tabla 29 del numeral 5 del título III de este documento, reconociendo que el propósito del DAA es evaluar y comparar alternativas y que este estudio se estructura principalmente a partir de información secundaria.

7. DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

A partir de la caracterización del área de estudio y de la descripción de las alternativas, se deben determinar los impactos ambientales positivos y negativos que podrían generarse con la ejecución de cada una de las alternativas propuestas para el proyecto, obra o actividad; esta determinación de impactos debe considerar que las alternativas pueden desencadenar impactos directos e indirectos, así como impactos sinérgicos e impactos con la capacidad de acumularse en el tiempo. Asimismo, se debe señalar cuáles impactos no se pueden prevenir, mitigar ni corregir.

A fin de determinar y valorar los impactos, así como de determinar los impactos ambientales significativos que delimitan el área de estudio, se debe ejecutar un proceso de evaluación ambiental para cada una de las alternativas de acuerdo con los lineamientos, procedimientos, categorías estandarizadas de impactos ambientales, reglas y categorías de normalización, y demás herramientas de evaluación ambiental

señaladas en el numeral 7 del capítulo III de esta metodología[61], considerando que dado el alcance y propósitos del DAA, dicha evaluación ambiental se realiza fundamentalmente a partir de información secundaria[62].

La evaluación ambiental debe tomar como referencia la información cualitativa y cuantitativa, así como los análisis regionales que hayan obtenido y desarrollado las autoridades ambientales para el área de estudio. Asimismo, es necesario que este proceso contemple las diferentes etapas, fases y actividades necesarias para el desarrollo del proyecto, obra o actividad para el cual se formulan las alternativas y la interrelación de éstas con los factores y componentes del ambiente.

La determinación y valoración de impactos ambientales debe considerar la forma en que éstos inciden sobre los derechos humanos conexos al derecho a un ambiente sano. En este sentido, es necesario considerar que los impactos pueden afectar de forma diferenciada a comunidades étnicas, rurales y otros grupos en condición de vulnerabilidad.

El método que se emplee para la valoración de los impactos debe corresponder al grado de detalle con el cual es posible plantear las alternativas y a la información disponible en esta fase del proceso de formulación de los proyectos y, siempre tener en cuenta que su propósito es encontrar las diferencias entre la alternativas y no determinar su viabilidad ambiental, de modo que el análisis de cada impacto no debe ni puede tener la profundidad ni minuciosidad que se requiere para evidenciar dicha viabilidad ambiental.

En este sentido, el método de valoración de impactos debe ser menos intensivo en el uso de información pormenorizada y específica que los métodos utilizados para la elaboración de un EIA, emplear menos atributos de valoración y enfocarse en aquellos datos y atributos que resulten clave para encontrar diferencias y comparar las alternativas; en muchos casos una aproximación general permite determinar las diferencias entre alternativas. Lo fundamental es que dicho método asegure que mediante la evaluación ambiental se puedan establecer las diferencias, en términos de impactos, que existen entre las alternativas.

[61] La determinación y evaluación de impactos ambientales en el marco del DAA no debe desarrollar la evaluación de los impactos ambientales *residuales* acumulativos y sinérgicos (numeral 7.3.4 del capítulo III); ésta es exclusiva del EIA.
[62] Determinar los impactos ambientales que resultan significativos es fundamental para optimizar el proceso de elaboración del DAA; de otro modo, al considerar la manifestación de todos los impactos, se incrementa considerablemente la extensión del área de estudio, su caracterización y otros procesos como el de participación.

La información que resulte de la evaluación de impactos ambientales para cada una de las alternativas debe ser consignada en una tabla que contenga los campos definidos en la Tabla 12.

Tabla 12. Determinación y valoración de impactos ambientales

Medio / Componente	Categoría estandarizada*	Impacto	Carácter (+ o -)	Impacto existente en el área de estudio en el escenario sin proyecto (indique con una X**)	Impacto generado por el desarrollo de la alternativa *i* del proyecto (señale en la columna de cada alternativa la categoría de potencial normalizado de modificación del impacto***)			
					1	2	3	n

* Corresponde a alguna de las categorías estandarizadas de impactos definidas en la Tabla de categorías estandarizadas de impactos ambientales publicada en la página Web de Minambiente[63], o en caso de que ellas no permitan clasificar el impacto, a una categoría establecida por quien elabora el estudio ambiental.

** En caso de que el impacto existente se presente exclusivamente en el área de manifestación de los impactos significativos de una de las alternativas, se debe señalar la alternativa a la que corresponde.

*** Potencial que se establece luego de normalizar la valoración realizada para cada impacto y que se clasifica en las categorías establecidas en la Tabla 34 (Bajo, Medio, Alto y Muy alto).

Se debe indicar la forma en que los impactos ambientales que ocurrirían en caso de desarrollar las alternativas del proyecto (Tabla 12) podrían incrementar su significancia (acumulativos), minimizarse o generar procesos de sinergia (impactos sinérgicos) dadas las condiciones ambientales del área de estudio y las particularidades asociadas a la duración, etapas de ejecución y características generales de las actividades del proyecto para el cual se plantean las alternativas, entre otras.

Cuando exista gran incertidumbre acerca de la magnitud o el alcance de algún impacto de las alternativas del proyecto, obra o actividad sobre el ambiente, su valoración debe basarse en el escenario más crítico, empleando para este caso las modelizaciones que permitan justificar los resultados incluidos en el estudio.

Finalmente, se debe presentar un listado de las *posibles* soluciones y medidas de control y mitigación de cada una de las alternativas propuestas de acuerdo con lo establecido en el artículo 56 de la Ley 99 de 1993 o aquella que la modifique o sustituya.

[63] Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/otras-herramientas-tecnicas/.

7.1 ESCENARIOS PROSPECTIVOS

En caso de que sea necesario y aplique, es posible estructurar escenarios o modelos prospectivos que estimen el comportamiento de los parámetros que pueden ser alterados por las alternativas del proyecto, obra o actividad, con el propósito de suministrar información que permita valorar, con el alcance esperado para un DAA, los impactos ambientales de las alternativas planteadas. La información relacionada con escenarios o modelos a presentar en el DAA es aquella que permita la determinación de impactos ambientales significativos, así como la identificación de diferencias entre alternativas, elemento indispensable para el proceso de comparación y selección de éstas.

A continuación, se señalan lineamientos generales para el desarrollo de escenarios y modelos de algunos elementos del ambiente en el marco del DAA; asimismo, si el estructurador del estudio ambiental lo considera pertinente, es posible aplicar para la elaboración de un DAA los lineamientos señalados en el numeral 7.5 del capítulo III de este documento. No es necesario incorporar al DAA un numeral denominado "Escenarios prospectivos"; las orientaciones de este numeral, en caso de aplicar, tienen como propósito exclusivo el contribuir al desarrollo de la evaluación ambiental.

Calidad del aire

Para el caso de la calidad del aire, el modelo sobre los impactos de las fuentes de emisión de las alternativas no debe contemplar las medidas de manejo. Dicho modelo puede incorporar información secundaria del Subsistema de Información sobre la Calidad de Aire (SISAIRE), de monitoreos de campañas de calidad del aire de conocimiento público de laboratorios acreditados por Ideam o de información de inmisión por modelización de entidades de reconocida idoneidad científica nacional o internacional, de forma que sea posible determinar el estado de la calidad del aire en concentración para gases y material particulado sobre los receptores identificados para cada alternativa del proyecto, obra o actividad. Para su formulación se debe considerar como mínimo la información de concentraciones y direcciones de viento, con el fin de correlacionarlas y generar un análisis cercano del comportamiento de la dispersión en el área objeto de modelización. Se debe suministrar la georreferenciación de los puntos de levantamiento de información de los parámetros identificados.

Ruido

A fin de determinar y evaluar los impactos ambientales sobre el factor ruido, se debe inventariar y señalar la ubicación de las fuentes proyectadas en las diferentes etapas del proyecto, obra o actividad de las alternativas propuestas, sin contemplar las

medidas de manejo; asimismo, se debe mencionar el tráfico proyectado, el número y tipo de fuentes (puntual, área o lineal) y sus características técnicas de orden referencial (potencia, potencia sonora, capacidad, dimensiones, peso, entre otras que puedan aportar información relevante al análisis). La determinación de la potencia sonora puede basarse en bibliotecas de información oficial que tengan sustento y en caso de ser empleadas, sus fuentes de información deben señalarse en el estudio.

Paisaje

A fin de evaluar los impactos ambientales al paisaje, cuando se conozca la posible ubicación de obras e infraestructura de las alternativas, se debe desarrollar un modelo de visibilidad en el escenario con proyecto que considere la localización de la infraestructura o adecuación de espacios asociados a las alternativas del proyecto, obra o actividad, así como las condiciones del relieve y la cobertura de la tierra. Los resultados de este modelo deben analizarse en conjunto con los obtenidos para el modelo de visibilidad del escenario sin proyecto, estableciendo la intervisibilidad de los dos escenarios

Partiendo de lo anterior se debe describir la compatibilidad de las alternativas propuestas con el paisaje del área de estudio, haciendo énfasis en los posibles contrastes e impactos a la calidad visual del paisaje que serían ocasionados por la construcción de infraestructura o adecuación de espacios asociados al proyecto, obra o actividad.

8. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO AMBIENTAL DE LAS ALTERNATIVAS

El Análisis Costo Beneficio ambiental (ACB) de las alternativas constituye un elemento fundamental del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) conforme a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 o en la norma que lo modifique o sustituya. El ACB no debe desarrollar un análisis financiero privado, sino una evaluación comparativa de los costos y beneficios socioambientales y económicos significativos que impactarían a la sociedad si se implementara cada una de las alternativas planteadas para la ejecución del proyecto, obra o actividad (Minambiente & ANLA, 2017).

En este sentido, el análisis de internalización que aproxima el costo de las medidas de manejo ambiental con la prevención y corrección de impactos significativos no hace parte del análisis económico requerido para la etapa del DAA, pues se entiende que en esta etapa no se cuenta con un plan de manejo ambiental ni con los costos asociados a sus medidas o actividades de manejo.

Dicha comparación entre costos y beneficios constituye *un criterio adicional* que debe tenerse en cuenta en la Evaluación Multicriterio, proceso que se efectúa para evaluar, comparar y seleccionar las alternativas más favorables desde el punto de vista ambiental, a fin de ponerlas en consideración de la autoridad ambiental, quien decide sobre cuál, o cuáles de ellas se debe elaborar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), considerando las particularidades del proyecto, obra o actividad, así como las características del área en la cual se pretende desarrollar el mismo.

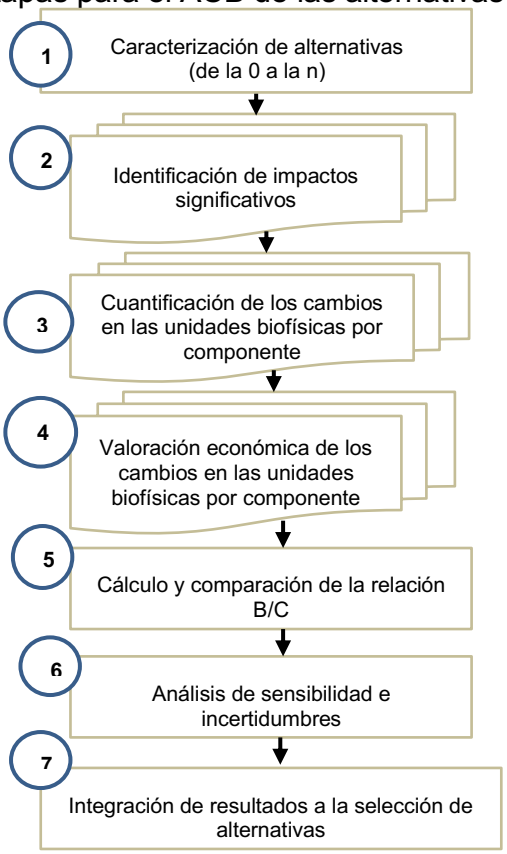
La Figura 3 presenta el esquema metodológico para implementar adecuadamente el ACB en el DAA, análisis que debe estar articulado con los demás elementos básicos del DAA (artículo 2.2.2.3.4.3 del Decreto 1076 de 2015), y contemplar todas las alternativas propuestas a fin de establecer el delta o cambio de cada alternativa respecto del escenario sin proyecto.

Para llevar a cabo el ACB en el DAA 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. La estimación de los cambios biofísicos debe tomar como referencia la caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico (numeral 4 de este capítulo) y la determinación de los impactos ambientales significativo (numeral 7 de este capítulo).

Los pasos metodológicos que se deben seguir y las consideraciones generales sobre el método y sobre cómo se incorpora el ACB al proceso de licenciamiento ambiental, son las establecidas en el instructivo A del documento anexo a la Resolución 1669 de 2017, o aquella que la modifique o sustituya, denominado *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*, el cual amplía y profundiza este análisis a fin de brindar herramientas que permitan un mejor entendimiento y desarrollo del mismo. La evaluación económica para el DAA define al ACB como criterio de comparación y selección de alternativas, y no contempla el análisis de internalización.

Cabe aclarar que la decisión que toma la autoridad ambiental respecto a la alternativa o alternativas seleccionadas para la elaboración del EIA no se basa exclusivamente en los resultados de la evaluación económica realizada mediante el ACB, ésta incorpora criterios adicionales que no son exclusivamente económicos, siendo este análisis un aporte adicional al proceso de toma de decisión mediante la evaluación multicriterio respecto de la alternativa más favorable.

Figura 3. Etapas para el ACB de las alternativas del proyecto



Fuente: ANLA. Grupo de Instrumentos - 2025.

9. EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Este capítulo del DAA está destinado a evaluar (utilizando diversos criterios) y comparar las alternativas que se consideren para el desarrollo del proyecto, obra o actividad.

Es preciso recordar que las alternativas no se definen exclusivamente por las opciones de ubicación o trazado, además de éstas, las alternativas se configuran mediante múltiples consideraciones de tecnología y diseño con el propósito de optimizar y racionalizar el uso de recursos y evitar o minimizar los riesgos e impactos ambientales negativos; es decir, todas las alternativas deben incorporar tecnologías ambientalmente racionales y permitir el desarrollo del proyecto para el cual se plantean.

La evaluación, comparación y selección de las alternativas presentadas en el DAA se debe llevar a cabo utilizando metodologías de Evaluación Multicriterio (EMC) con el fin de facilitar la selección, entre un grupo de alternativas ambientalmente factibles, de aquella o aquellas que demuestren optimizar y racionalizar el uso de recursos y evitar o minimizar los riesgos e impactos negativos. En el marco de la elaboración del DAA, la EMC organiza la información ambiental (de caracterización ambiental, análisis de riesgos, zonificación ambiental, determinación y evaluación de impactos, análisis costo beneficio, entre otras) asociada a las alternativas y aplica criterios de diversa índole, tanto cuantitativos como cualitativos, para la evaluación de tales alternativas.

De esta forma, a partir de los criterios y de las reglas de evaluación que se establezcan para evaluar y comparar todas las alternativas, se debe presentar y justificar la o las alternativas seleccionadas sobre las que se plantea la elaboración del EIA para la ejecución del proyecto, obra o actividad.

9.1 GENERALIDADES DE LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO

A continuación, se mencionan las características más importantes y los objetivos de la EMC en el marco del licenciamiento ambiental y se establecen lineamientos para orientar tanto la elección del método más apropiado según el caso particular que se esté considerando, como el desarrollo de la EMC.

La Evaluación Multi Criterio (EMC) constituye un conjunto de métodos cuyo propósito es gestionar de forma consistente, las dificultades que surgen de los procesos de toma de decisión cuando hay grandes cantidades de información compleja (DCLG, 2009) y, permite en el marco de los DAA, identificar la mejor alternativa, clasificar y calificar las alternativas según su desempeño ambiental, priorizar las alternativas para realizar evaluaciones posteriores más detalladas, o distinguir las alternativas aceptables de las no aceptables.

Básicamente, estos métodos evalúan el desempeño de cada alternativa según un conjunto de criterios[64], y luego integran dichas evaluaciones a fin de brindar una visión global del problema objeto de decisión; en términos generales, lo que diferencia cada uno de los métodos de EMC es la forma en que agregan las evaluaciones de desempeño y en cómo a partir de ello establecen relaciones entre las alternativas (Guitouni & Martel, 1998; Munda, 2008; DCLG, 2009). A pesar de que la EMC tiene grandes ventajas como la capacidad de incorporar información cuantitativa y cualitativa en el mismo proceso y permite tomar decisiones racionales (Guitouni & Martel, 1998; Eastman, 2005), es preciso tener en cuenta su naturaleza y limitantes

[64] En el numeral 9.4 de este capítulo se señalan los criterios, tanto generales como específicos a cada uno de los medios, que se deben considerar para el desarrollo de la EMC.

para emplearla correctamente y llegar a conclusiones argumentadas sólida y transparentemente.

Dentro de tales condiciones inherentes de la EMC, se encuentran las siguientes:

a) No es un método exento de subjetividad. Todos los métodos de EMC en mayor o menor grado incorporan dentro de sus procedimientos los juicios de las personas que están desarrollando la evaluación (Guitouni & Martel, 1998; Munda, 2008).

b) No existe una alternativa ideal que demuestre el mejor desempeño para todos los criterios a la vez. El propósito de la EMC es encontrar una decisión que satisfaga al tomador de decisión (Munda, 1995; Guitouni & Martel, 1998).

c) La modelización o forma en que se presenta el problema de decisión afecta las preferencias de quien ejecuta la EMC (Guitouni & Martel, 1998).

d) Constituye una herramienta que mediante un proceso de aprendizaje iterativo facilita la toma de decisión. No es un algoritmo que identifique el óptimo global de una situación dada, es decir, la EMC en sí misma no toma la decisión; la decisión es de quien ejecuta la evaluación (Munda, 2008; DCLG, 2009).

Dadas estas características de la EMC, es fundamental tener en cuenta el contexto en el cual se desarrolla el proceso de toma de decisión. En el marco del licenciamiento ambiental la EMC tiene actores con roles y objetivos diferentes, así como el propósito particular de seleccionar la o las alternativas sobre las que se podría desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Si bien el interesado en obtener una licencia ambiental desarrolla una EMC y elige alternativas, la autoridad ambiental competente es quien toma la decisión final evaluando el DAA y ejecutando, en caso de que así lo considere, otra EMC a partir de múltiples fuentes de información, entre ellas, el propio DAA. El público en general y los grupos de interés que podrían afectarse con el desarrollo de las alternativas también constituyen un actor relevante que puede nutrir y mejorar la calidad de la EMC al brindar información y conocimiento sobre las posibles implicaciones ambientales de las alternativas.

Una cuestión muy importante respecto de la EMC es que la forma en que se plantea el problema afecta la evaluación de quien ejecuta la EMC sobre cada alternativa, es decir, las preferencias sobre las alternativas son muy sensibles a cambios aparentemente pequeños en la forma en que se formulan los problemas (Guitouni, 1998). Por ello, es necesario estructurar el problema de decisión (alternativas,

condiciones ambientales y posibles consecuencias) con la mayor transparencia y con la mejor información disponible en ese momento inicial del proceso del licenciamiento ambiental.

Dado que el método de EMC elegido fija una particular forma de pensar y que ésta puede no resultar la mejor para seleccionar las alternativas (Guitouni, 1998), se reitera la necesidad de seleccionar el método de EMC según la situación particular de decisión y no al contrario, es decir, adaptar la situación de toma de decisión a un método en particular.

9.2 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Dada la complejidad que implica la selección e implementación de los métodos de EMC para evaluar las alternativas de un DAA, es necesario tener en cuenta una serie de conceptos, términos y características generales de los métodos de EMC y aplicar un procedimiento específico que permita seleccionar el método que más convenga al caso particular de evaluación.

9.2.1 Principales características técnicas y teóricas de los métodos de EMC

A continuación, se mencionan algunos de los términos y características técnicas y teóricas más relevantes que deben tenerse en cuenta al seleccionar y desarrollar una EMC[65] en el marco del DAA; estos elementos permiten comprender, diferenciar y emplear apropiadamente los métodos disponibles. La Tabla 14 describe un conjunto de métodos de EMC a partir de estas características.

- **Actores involucrados**. Los actores que interactúan en el proceso de elaboración de los estudios ambientales corresponden fundamentalmente al elaborador del estudio ambiental, los grupos de interés que podrían verse impactados por las alternativas y a otros actores de relevancia como las autoridades en el área de estudio, los institutos de investigación y la academia.

  Para desarrollar la EMC es necesario no sólo determinar cuáles son los actores involucrados en cada caso particular de evaluación, sino también, conocer sus propuestas e inquietudes siguiendo los lineamientos de participación establecidos en el numeral 3 de este capítulo, dado que los aportes que surgen

[65] En el marco del licenciamiento ambiental sólo son aplicables los métodos EMC discretos, que son aquellos que evalúan un conjunto finito de alternativas. Los métodos continuos evalúan alternativas que varían infinitamente (Guitouni & Martel, 1998; Munda, 2008; DCLG, 2009).

de este proceso permiten evidenciar otros puntos de vista y mejorar la calidad de la información que empleará la EMC.

- **Matriz de evaluación**. Una característica estándar que es común a todos los métodos de EMC es la Matriz de evaluación, también conocida como Matriz desempeño o Matriz de impacto (Guitouni & Martel, 1998; Munda, 2008; DCLG, 2009). Esta es una matriz en la cual se disponen las alternativas (generalmente en las columnas) y los criterios de evaluación (generalmente en las filas), de forma que es posible asignar en cada celda, la preferencia o evaluación del desempeño de las alternativas para cada criterio (ver Tabla 13).

Tabla 13. Ejemplo de Matriz de evaluación de alternativas

	Alternativa 1	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**	**Alternativa n**
Criterio 1	$E\ A_1\ C_1$	$E\ A_2\ C_1$	$E\ A_3\ C_1$	$E\ A_n\ C_1$
Criterio 2	$E\ A_1\ C_2$	$E\ A_2\ C_2$	$E\ A_3\ C_2$	$E\ A_n\ C_2$
Criterio 3	$E\ A_1\ C_3$	$E\ A_2\ C_3$	$E\ A_3\ C_3$	$E\ A_n\ C_3$
Criterio 4	$E\ A_1\ C_4$	$E\ A_2\ C_4$	$E\ A_3\ C_4$	$E\ A_n\ C_4$
Criterio 5	$E\ A_1\ C_5$	$E\ A_2\ C_5$	$E\ A_3\ C_5$	$E\ A_n\ C_5$
Criterio n	$E\ A_1\ C_n$	$E\ A_2\ C_n$	$E\ A_3\ C_n$	$E\ A_n\ C_n$

- **Forma de establecer las preferencias**. La elección de las alternativas en realidad refleja las preferencias de los tomadores de decisión, en este caso, de quienes elaboran el estudio, y tales preferencias al evaluar la matriz de desempeño pueden expresarse según Guitouni & Martel (1998) mediante los siguientes procedimientos:

  - Calificaciones directas.
  - Comparaciones por pares. Cuando el análisis compara las alternativas entre sí por pares y establece, por ejemplo, que una alternativa se prefiere sobre otra.
  - Compensaciones.
  - Loterías.

  La columna 4 de la Tabla 14 señala la forma en que cada método establece las preferencias.

  Aunque en general se recomienda emplear un método cuya forma de establecer las preferencias sea familiar para el tomador de decisión (Guitouni & Martel,

1998), es pertinente contemplar otros mecanismos cuando los métodos conocidos no poseen todas las características deseadas para la evaluación.

De otra parte, es importante tener en cuenta que existen diferentes relaciones de preferencias entre alternativas y que los métodos de EMC pueden emplear varias de ellas (ver columna 5 de la Tabla 14). A continuación, se señalan las relaciones de preferencia planteadas por Guitouni & Martel (1998):

- Relación de **preferencia (P)** de una alternativa sobre otra. Por ejemplo, la alternativa A se prefiere sobre la alternativa B.

- Relación de **indiferencia (I)** entre alternativas. Por ejemplo, la alternativa A es indiferente sobre la alternativa B. El tomador de decisión es indiferente o no tiene preferencias sobre las alternativas.

- Relación de **débil preferencia (Q)** entre alternativas. Por ejemplo, no es posible establecer si A es indiferente de B, o si A se prefiere sobre B.

- Relación de **incomparabilidad (R)**. No es posible establecer si A se prefiere sobre B, o si B se prefiere sobre A.

- Relación de **superación (S) (outranking)**. Por ejemplo, cuando hay una fuerte razón para creer que con respecto a todos los criterios evaluados A es por lo menos tan buena como B (o no peor que B) y no existen razones que impidan aseverarlo.

- **Procedimiento de agregación**. Define cómo los métodos de EMC integran las evaluaciones individuales de cada criterio para llegar a una conclusión, primero sobre una alternativa, y luego, sobre el conjunto de alternativas evaluadas. Aplicar cada método es cuestión de ejecutar correctamente el procedimiento matemático que lo define (Shmelev, 2012), para lo cual, es posible usar programas informáticos. Estos procedimientos de agregación según Guitouni & Martel (1998) pueden clasificarse en:

  - Elementales.

  - De síntesis mediante un criterio único.

  - De síntesis mediante superación (outranking).

  - De juicios interactivos con aproximación de prueba y error.

La columna 1 de la Tabla 14 señala el tipo de procedimiento de agregación de los métodos de EMC más importantes.

- **Tipo de decisión que se quiere tomar**. Los métodos de EMC se pueden emplear para tomar diferentes tipos de decisión. Entre estos tipos de decisión están la elección, la ordenación (clasificación), o la calificación de las alternativas (Guitouni & Martel, 1998). Cada método puede soportar uno o varios de estos propósitos, de modo que la forma de establecer la o las alternativas sobre las cuales elaborar el EIA dependerá del método seleccionado. Ver columna 6 de la Tabla 14.

  En el caso del licenciamiento ambiental, cualquiera de estas posibilidades es válida, aunque los métodos que permiten ordenar o mejor aún, calificar las alternativas, deberían preferirse en razón a que permiten identificar más claramente las diferencias entre las alternativas y las razones por las cuales se seleccionaron.

- **Tipos de información**. Los métodos de EMC pueden emplear diferentes tipos de información, la cual puede ser ordinal, cardinal o mixta (cuando la EMC usa datos ordinales y cardinales a la vez), y para cualquiera de estos casos, puede ser determinística, no determinística o mixta (Guitouni & Martel, 1998). Para seleccionar el método de EMC apropiado es necesario conocer las características de la información disponible, por lo tanto, se debe considerar la cantidad y calidad de la información contenida en el DAA. Las columnas 7 a 11 de la Tabla 14 señalan los tipos y naturaleza de la información que soporta cada método.

- **Grado de compensación**. La EMC de las alternativas puede permitir que existan diferentes grados de compensación entre las preferencias de cada criterio; es decir, durante la evaluación se puede establecer que una preferencia en un criterio compense las relaciones de preferencia de los demás criterios o bien, que una preferencia en un criterio no compense otras relaciones de preferencias en los demás criterios dado que todos los criterios son lo suficientemente importantes como para no admitir la compensación, tal como sucede en el método lexicográfico (Guitouni & Martel, 1998; Munda, 2008; DCLG, 2009). Ver columna 12 de la Tabla 14.

  Por ejemplo, el método de las sumas ponderadas permite que las valoraciones de los criterios con mejores calificaciones de desempeño compensen o contrarresten las valoraciones de los criterios con menores calificaciones (DCLG,

2009), lo que en la práctica permite elevar la puntuación general de la alternativa bajo análisis.

Dado que usualmente las EMC desarrolladas para evaluar alternativas en los DAA emplean métodos compensatorios (como el de las sumas ponderadas), es fundamental que si se selecciona uno de estos métodos se utilicen criterios que permitan su compensación por otros; por esta razón, al aplicar este método no podría usarse el criterio "afectación a áreas protegidas con restricciones ambientales *absolutas*" dado que una mala puntuación en este criterio no puede compensarse por buenas puntuaciones en otros. Lo anterior no quiere decir que dicho criterio no sea importante, sino que el método empleado no lo admite y, por tanto, que es necesario usar otro método o refinarlo para que después de agregar las puntuaciones de una alternativa, pueda aplicarse este criterio como factor multiplicativo (y no como elemento aditivo) a fin de descartar las alternativas que afecten este tipo de áreas.

- **Hipótesis fundamental del método**. Cada método de EMC se soporta en un conjunto de hipótesis que deben cumplirse para asegurar la coherencia del procedimiento de agregación (Guitouni & Martel, 1998); de modo que, al elegir un método determinado es necesario conocer y asumir sus hipótesis, lo que significa que durante el proceso de ejecución de la evaluación se debe verificar que estas hipótesis se cumplan. Las hipótesis son independencia, conmensurabilidad, invariancia, transitividad, dominancia y coalición. La columna 13 de la Tabla 14 señala las hipótesis de cada método.

9.2.2 Procedimiento para seleccionar el método de evaluación multicriterio más apropiado al DAA

A fin de seleccionar un método que sea apropiado al problema de decisión abordado en el DAA, se debe ejecutar el procedimiento general señalado a continuación y considerar la Tabla 14 como referencia para elegir el método de EMC.

a) Definir el tipo de método que se desea emplear. Los tipos de métodos son los siguientes:

   - Elemental;
   - Criterio de síntesis único;
   - De superación (outranking);

- Interactivo y;
- Mixto.

La columna 1 de la Tabla 14 señala el tipo de cada uno de los métodos listados.

b) Identificar tipo de la información a emplear en la EMC, considerando el tipo de información incorporada al DAA. Los tipos de información son los siguientes:

- Ordinal;
- Cardinal o;
- Mixta.

Las columnas 7 a 9 de la Tabla 14 señalan el tipo de información que admite cada método listado.

c) Identificar la naturaleza de la información a emplear en la EMC. La información puede ser:

- Determinística;
- No determinística o;
- Mixta.

Las columnas 10 y 11 de la Tabla 14 mencionan qué naturaleza de la información que admite cada método.

d) Definir tipo de decisión que empleará la EMC. Los tipos de decisión son:

- Elección;
- Clasificación;
- Calificación u;
- Otro.

La columna 6 de la Tabla 14 señala el tipo de decisión que permite cada método.

Es importante tener en cuenta que, para cada una de las posibles opciones de cada paso del procedimiento, es posible seleccionar cualquiera de las posibilidades del siguiente paso; así, si se decide usar un método elemental, es posible emplear información ordinal, cardinal o mixta, ésta a su vez, puede ser de naturaleza determinística, no determinística o mixta, y finalmente, es posible definir cualquiera de los tipos de decisión abordados por los métodos de EMC.

Tabla 14. Características de los principales métodos de EMC

Tipo de procedimiento de agregación (1)	Procedimiento de agregación (2)	Descripción del procedimiento de agregación (3)	Modo de evaluación (4)	Relaciones de preferencia que soporta* (5)	Tipo de problema de soporta (6)	Tipo de información					Grado de compensación (12)	Hipótesis** (13)	Tratamiento procedimiento de agregación (14)	Ref. (15)
						(7) Ordinal	(8) Cardinal	(9) Mixta	(10) Determinística	(11) No determinística				
Elemental	Suma ponderada	El desempeño global de una alternativa se calcula como la suma ponderada de sus evaluaciones a lo largo de cada criterio. El rendimiento global se utiliza para hacer una elección entre todas las alternativas.	Sencillo (calificación directa)	{P, I}	Elección		X		X		Total	ind., com., inv., tran., dom.	Suma algebraica	7, 13, 19
Elemental	Lexicográfico	Partiendo de la lógica de que en algunas situaciones de decisión parece predominar un único criterio. El procedimiento consiste en comparar todas las alternativas con respecto al criterio importante, y continuar con la siguiente hasta que solo quede una alternativa	Sencillo (calificación directa)	{P, I}	Elección	X	X	X	X		Ninguna	ind., inv., tran., dom.	Planos de corte	13, 29
Elemental	Conjuntivo	Se rechaza una alternativa que no cumple con el nivel mínimo aceptable para todos los criterios. Los niveles mínimos aceptables para cada criterio se utilizan para descartar alternativas inaceptables.	Sencillo (calificación directa)	{P, I}	No aplica	X	X	X	X		Ninguna	ind., inv., tran., dom.	Umbrales	13, 6
Elemental	Disyuntivo	Se selecciona una alternativa sobre la base de su puntaje extremo en cualquier criterio. Los niveles deseables para cada atributo se utilizan para seleccionar alternativas que igualan o superan esos niveles en cualquier criterio.	Sencillo (calificación directa)	{P, I}	No aplica	X	X	X	X		Ninguna	ind., inv., tran., dom.	Umbrales	13, 6
Elemental	Maximin	El desempeño general de una alternativa está determinado por su evaluación más débil o más pobre	Sencillo (calificación directa)	{P, I}	Elección	X	X		X		Ninguna	ind., inv., tran., dom.	Operadores máximos y mínimos	13
Criterio de síntesis único	Suma ponderada difusa	Estos procedimientos utilizan la técnica de un corte. Los conjuntos de un nivel se utilizan para derivar utilidades difusas basadas en el método ponderado aditivo simple	Sencillo (calificación directa)	{P, Q, I}	Elección	X	X	X		X	Total	ind., com., inv., tran., dom.	α-cut & aritmética difusa	1, 8, 17
Criterio de síntesis único	TOPSIS (technique for order by similarity to ideal solution)	La alternativa elegida debe tener el perfil que es el más cercano (distancia) a la solución ideal y el más alejado de la solución ideal negativa	Sencillo (calificación directa)	{P, I}	Elección		X		X		Total	ind., com., inv., tran., dom.	Distancias euclidianas	13
Criterio de síntesis único	MAVT (multi-attribute value theory)	Agregación de los valores obtenidos evaluando funciones de valor parcial en cada criterio para establecer una función de valor global V. Bajo algunas condiciones, dicha V puede obtenerse de forma aditiva, multiplicativa o mixta	Compensación	{P, I}	Elección		X		X		Parcial	ind., inv., tran., dom.	Agregación de valor (suma o multiplicación)	15, 16

Tipo de procedimiento de agregación (1)	Procedimiento de agregación (2)	Descripción del procedimiento de agregación (3)	Modo de evaluación (4)	Relaciones de preferencia que soporta* (5)	Tipo de problema de soporta (6)	Tipo de información					Grado de compensación (12)	Hipótesis** (13)	Tratamiento procedimiento de agregación (14)	Ref. (15)
						(7) Ordinal	(8) Cardinal	(9) Mixta	(10) Determinística	(11) No determinística				
Criterio de síntesis único	UTA (utility theory additive)	Estimar las funciones de valor de cada criterio mediante regresión ordinal. La función de valor global se obtiene de forma aditiva	Compensación	{P, I}	Elección	X			X		Parcial	ind., inv., tran., dom.	Agregación de valor (suma)	14
Criterio de síntesis único	SMART (simple multi-attribute rating technique)	Una forma sencilla de implementar la teoría de la utilidad de atributos múltiples mediante el uso de promedios lineales ponderados, que brindan aproximaciones extremadamente cercanas a las funciones de utilidad. Hay muchas mejoras como SMARTS [37], SMARTER [36]	Compensación & calificación	{P, I}	Elección		X		X		Parcial	ind., com., inv., tran., dom.	Agregación de valor (suma)	10, 11, 23
Criterio de síntesis único	MAUT (multi-attribute utility theory)	Agregación de los valores obtenidos al evaluar funciones de utilidad parcial en cada criterio para establecer una función de utilidad global U. Bajo algunas condiciones, U puede obtenerse de manera aditiva, multiplicativa o distributiva	Compensación & lotería	{P, I}	Elección		X			X	Parcial	ind., inv., tran., dom.	Agregación de utilidad (suma o multiplicación)	5, 15, 33
Criterio de síntesis único	AHP (analytic hierarchy process)	Convertir evaluaciones subjetivas de importancia relativa en un conjunto de pesos. Esta técnica aplica la descomposición, los juicios comparativos sobre elementos comparativos y medidas de importancia relativa a través de matrices de comparación por pares que se recombinan en una calificación general de alternativas.	Comparación por pares	{P, I}	Elección, Calificación		X		X	X	Parcial	inner and outer ind., inv., dom.	Método del eigenvector	31, 32
Criterio de síntesis único	EVAMIX	Se calculan dos índices de dominancia: uno para evaluaciones ordinales y otro para evaluaciones cardinales. La combinación de estos dos índices conduce a una medida de la dominancia entre cada par de alternativas.	Sencillo (calificación directa)	{P, I}	Elección, Calificación	X	X	X	X		Parcial	ind., com., inv., tran., dom.	Suma algebraica	34
Criterio de síntesis único	Maximin difuso	Este procedimiento se basa en el mismo principio que el procedimiento maximin estándar. Las valoraciones de las alternativas son números borrosos	Sencillo (calificación directa)	{P, Q, I}	Elección	X	X		X	X	Ninguna	ind., com., inv., dom.	Operadores máximos y mínimos	2, 35
Outranking	ELECTRE I	Se utiliza el concepto de relación de superación. El procedimiento busca reducir el tamaño del conjunto de alternativas no dominadas (kernel). La idea es que una alternativa puede eliminarse si está dominada por otras alternativas en un grado específico. El procedimiento es el primero en buscar agregar las preferencias en lugar de los desempeños	Comparación por pares	{S, R}	Elección	X	X	X	X		Parcial	ind., inv., coal.	Teoría de grafos (núcleo)	26

Tipo de procedimiento de agregación (1)	Procedimiento de agregación (2)	Descripción del procedimiento de agregación (3)	Modo de evaluación (4)	Relaciones de preferencia que soporta* (5)	Tipo de problema de soporta (6)	Tipo de información					Grado de compensación (12)	Hipótesis** (13)	Tratamiento procedimiento de agregación (14)	Ref. (15)
						(7) Ordinal	(8) Cardinal	(9) Mixta	(10) Determinística	(11) No determinística				
Outranking	ELECTRE IS	Este procedimiento es exactamente igual que ELECTRE I, pero introduce el umbral de indiferencia	Comparación por pares	{S, R}	Elección	X	X	X	X		Parcial	ind., inv., coal.	Teoría de grafos (núcleo)	29
Outranking	ELECTRE II	ELECTRE II utiliza dos relaciones de superación (fuerte y débil)	Comparación por pares	{S^F, S_f, R}	Calificación	X	X	X	X		Parcial	ind., inv., coal.	Teoría de grafos (destilación)	28
Outranking	ELECTRE III	El outranking se expresa a través de un índice de credibilidad	Comparación por pares	{S, R} valorada	Calificación	X	X	X	X		Parcial	ind., inv., coal.	Teoría de grafos (destilación)	27
Outranking	ELECTRE IV	Este procedimiento es como ELECTRE III, pero no usó pesos	Comparación por pares	{S^1, S^2, S^3, S^4, S^5, R}	Calificación	X	X	X	X		Parcial	ind., inv., coal.	Teoría de grafos (destilación)	30
Outranking	ELECTRE TRI	Este procedimiento es como ELECTRE III y utiliza las técnicas conjuntivas y disyuntivas para afectar las alternativas a las diferentes categorías (ordenadas)	Comparación por pares	{S, R}	Clasificación	X	X	X	X		Parcial	ind., inv., coal.	Disyuntivo & Conjuntivo	29
Outranking	PROMETHEE I	PROMETHEE I se basa en los mismos principios que ELECTRE e introduce seis funciones para describir las preferencias de DM a lo largo de cada criterio. Este procedimiento proporciona un orden parcial de las alternativas utilizando flujos de entrada y salida.	Comparación por pares	{P, I, R} valorada	Calificación	X	X	X	X		Parcial	ind., inv., coal.	Flujos de salida y entrada	4
Outranking	PROMETHEE II	PROMETHEE II se basa en los mismos principios que PROMETHEE I. Este procedimiento proporciona un preorden total de las alternativas utilizando una agregación de los flujos de entrada y salida.	Comparación por pares	{P, I} valorada	Calificación	X	X	X	X		Parcial	ind., inv., coal.	Flujos de salida y entrada	3
Outranking	MELCHIOR	MELCHIOR es una extensión de ELECTRE IV	Comparación por pares	{S, R} valorada	Calificación	X			X		Parcial	ind., inv.	Teoría de grafos (destilación)	18
Outranking	ORESTE	Este procedimiento necesita solo evaluaciones ordinales de las alternativas y la clasificación de los criterios en términos de importancia.	Comparación por pares	{P, I, R} valorada	Calificación	X			X		Parcial	ind., inv., coal.	Teoría de grafos	25
Outranking	REGIME	Una matriz de comparación por pares se construye usando +1 si hay dominancia, 0 si las dos alternativas son equivalentes y -1 para la dominancia negativa. La agregación de estas	Comparación por pares	{S, R}	Calificación	X			X		Parcial	ind., inv.	Teoría de grafos	12

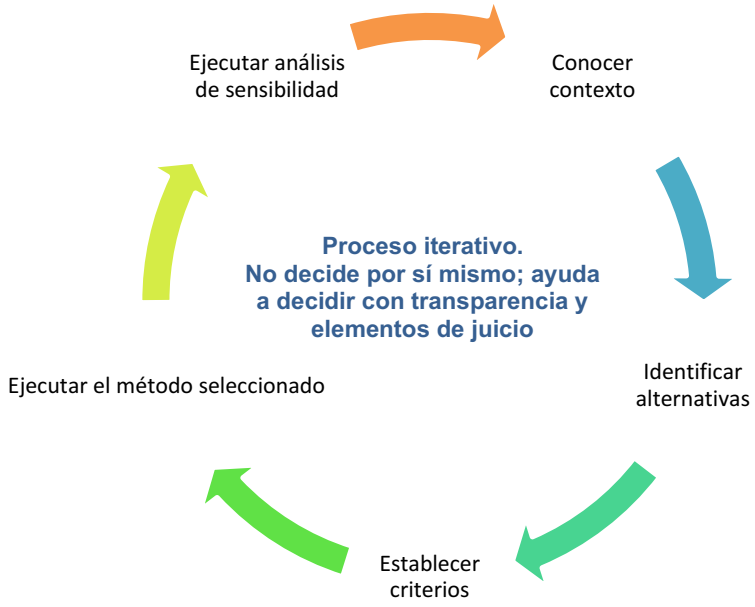
Tipo de procedimiento de agregación (1)	Procedimiento de agregación (2)	Descripción del procedimiento de agregación (3)	Modo de evaluación (4)	Relaciones de preferencia que soporta* (5)	Tipo de problema de soporta (6)	Tipo de información					Grado de compensación (12)	Hipótesis** (13)	Tratamiento procedimiento de agregación (14)	Ref. (15)
						(7) Ordinal	(8) Cardinal	(9) Mixta	(10) Determinística	(11) No determinística				
		puntuaciones ponderadas proporciona un preorden total de las alternativas												
Outranking	NAIADE (novel approach to imprecise assessment and decision environments)	Este procedimiento utiliza operadores semánticos de distancia para evaluar las comparaciones por pares entre alternativas. Las evaluaciones difusas se transforman en distribuciones de probabilidades y como PROMETHEE, este procedimiento calcula los flujos de entrada y salida	Comparación por pares	{S, R}	Calificación	X	X	X	X	X	Parcial	ind., inv.	Aritmética difusa y flujos de entrada y salida	22
Mixto	QUALIFLEX	Este procedimiento utiliza mutaciones sucesivas para proporcionar una clasificación de la alternativa corroborando con la información ordinal.	Comparación por pares	{S, R}	Calificación	X			X		Parcial	ind., inv.	Análisis de concordancia	24
Mixto	Conjuntivo/Disyuntivo difuso	Cuando los datos son confusos, la coincidencia entre los valores y los niveles estándar proporcionados por el DM y las evaluaciones se vuelve vaga y una cuestión de grado. El grado de coincidencia se calcula utilizando la medida de posibilidad y la medida de necesidad. Las alternativas con mayor grado de coincidencia se consideran las mejores	Sencillo	{P, Q, I}	Elección, Clasificación			X		X	Ninguna	ind., inv., tran., dom.	Medidas de posibilidad y necesidad	9
Mixto	Martel & Zaras	Este procedimiento utiliza la dominancia estocástica para realizar una comparación por pares. Estas comparaciones se utilizan como preferencias parciales y se construye una relación de superación basada en un índice de concordancia y un índice de discordancia.	Comparación por pares	{S, R}	Calificación	X	X	X		X	Parcial	ind., inv., coal.	Teoría de grafos	20, 21

* (P): preferencia, (I): indiferencia, (Q): débil preferencia, (R): incomparabilidad, (S): superación (outranking).
** ind.: Independencia, com.: conmensurabilidad, inv.: invariancia, tran.: transitividad, dom.: dominancia, coal.: coalición (teoría de la elección social).
Fuente: adaptada de Guitouni & Martel (1998).
Este listado de métodos de EMC no es exhaustivo. Debe tomarse como referencia dado que existen otros métodos y que es posible desarrollar nuevos combinando o tomando elementos de varios de ellos.

9.3 LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS EVALUACIONES MULTICRITERIO EN EL MARCO DE LOS DAA

Aunque los lineamientos que se desarrollan en los numerales que siguen a continuación tienen énfasis en el método aditivo lineal, particularmente en el de los valores ponderados (suma ponderada), son aplicables a la mayor parte de los métodos de Evaluación Multicriterio. Es importante recordar que la EMC es un proceso iterativo que, en el marco del licenciamiento ambiental, además de permitir seleccionar alternativas, puede brindar información para mejorar la estructuración de las alternativas y los proyectos, y que su ejecución constituye una buena práctica para reducir los impactos ambientales significativos (ver Figura 4).

Figura 4. Procedimiento general para ejecutar una Evaluación Multicriterio



Fuente: adaptada de (DCLG, 2009).

9.3.1 Conocer el contexto del licenciamiento ambiental como proceso de toma de decisiones

El primer paso para desarrollar una EMC en el marco del licenciamiento ambiental es conocer el contexto de este proceso de toma de decisión para formular adecuadamente el problema de decisión (DCLG, 2009), el cual se articula mediante alternativas, objetivos, criterios, posibles consecuencias ambientales, entre otros.

Por ello, se debe tener claro que el propósito de la EMC en contexto del DAA es usar de la mejor forma posible la información disponible para comparar y seleccionar las alternativas que generen los menores impactos ambientales, de manera que, sobre ellas se elabore el Estudio de Impacto Ambiental (EIA). También se debe recordar que a pesar de que el formulador selecciona y presenta las alternativas en el estudio ambiental, la autoridad ambiental competente es quien decide en última instancia sobre cuál o sobre cuáles alternativas es posible elaborar el EIA o si ninguna de las alternativas presentadas amerita la elaboración de este estudio ambiental.

Igualmente, es importante que los puntos de vista, recomendaciones y otras contribuciones de las comunidades, organizaciones sociales, entidades, propietarios de predios y demás grupos de interés involucrados, se analicen e incorporen a la evaluación en razón a que, además de aportar consideraciones útiles, representan la expresión de las personas a participar de las decisiones que pueden afectar su derecho a gozar de un ambiente sano.

En este sentido, para asegurar un proceso participativo efectivo y transparente que evidencie los aportes recibidos, su análisis y las razones que justifican su rechazo o incorporación a la evaluación y selección de las alternativas, se deben seguir los lineamientos sobre participación establecidos en el numeral 3 de este capítulo.

9.3.2 Identificar las alternativas

Para ejecutar una EMC debe haber total claridad sobre las características de las alternativas (DCLG, 2009), además, éstas deben ser practicables, racionales desde el punto de vista ambiental y fundamentalmente, generar diferentes consecuencias ambientales (que se evidencian mediante diferentes impactos). No vale la pena ejecutar una EMC sobre alternativas que no pueden ejecutarse, que no son ambientalmente racionales[66], o que generan el mismo impacto ambiental, pues si esto último ocurre se evidenciaría que en realidad no corresponden a alternativas diferentes.

Si bien no corresponde a la autoridad ambiental evaluar las alternativas en términos de localización, diseño o ingeniería, y su rol consiste en evaluar las *consecuencias* ambientales de dichas alternativas mediante la información contenida principalmente en los DAA, los formuladores de los proyectos tienen la oportunidad de emplear la EMC desde las etapas más tempranas de formulación de éstos para evaluar su

[66] Si en un proceso de toma de decisión se plantea sólo una alternativa que es racional desde el punto de vista ambiental junto con un conjunto de alternativas que no lo son, la comparación y posterior selección de alternativas se inclinaría hacia la alternativa ambientalmente racional; en este caso la EMC no tendría utilidad, dado que en el fondo sólo existe una alternativa. Para poder realizar la evaluación, todas las alternativas deben ser ambientalmente racionales.

comportamiento respecto de criterios ambientales clave, y de esta forma, identificar ventajas y desventajas de las alternativas, con el propósito de reformularlas o de plantear otras diferentes que conformen un buen conjunto que pueda ser presentado ante la autoridad ambiental.

Se debe tener en cuenta que para plantear las alternativas debe existir total claridad sobre los objetivos que se persiguen y que, en este marco, corresponden tanto a los objetivos propios del proyecto objeto de formulación (generación de energía eléctrica, extracción de hidrocarburos, construcción de carreteras, producción de animales silvestres en zoocriaderos, entre otros), como al propósito de formular alternativas ambientalmente racionales.

9.3.3 Establecer los criterios de evaluación

Para asegurar el éxito de la EMC es primordial formular un conjunto adecuado de criterios (DCLG, 2009). Aun cuando más adelante en este apartado sobre la EMC y en los términos de referencia se establecen criterios generales para evaluar las consecuencias de alternativas ambientalmente racionales, es necesario que en cada caso de elaboración de DAA se determine la aplicabilidad de dichos criterios y se ajusten o formulen criterios adicionales empleando solamente aquellos que permitan evaluar diferencias entre alternativas y siguiendo los siguientes lineamientos.

Para verificar la aplicabilidad de un criterio, para reformularlo o para establecer uno nuevo es necesario determinar, incluso mediante el proceso de participación contemplado en el numeral 3 de este capítulo, *qué características ambientales diferencian una buena alternativa de una mala alternativa* y a partir de ello, establecer los criterios de la forma más precisa posible, sin ambigüedades y agrupándolos según el medio al cual pertenecen o dado su carácter general, tal como se hace en el numeral 9.4 de este capítulo. Por ejemplo, si se considera que una alternativa buena se diferencia de una mala por el hecho de no generar impactos en los ecosistemas estratégicos, entonces sería necesario plantear un criterio para abordar dicha característica.

En cualquier caso, de acuerdo con DCLG (2009) el conjunto de criterios empleado en una EMC debe tener las siguientes propiedades:

- **Completitud**: debe incorporar todos los criterios importantes que permiten evidenciar las diferencias entre las alternativas y seleccionar cuáles son mejores desde el punto de vista ambiental.

- **No redundancia**: no debe incluir criterios innecesarios o poco importantes. Se deben eliminar los criterios para los cuales se espera que las alternativas tengan el mismo desempeño.

- **Operacionalidad**: debe asegurar que las alternativas puedan ser evaluadas mediante todos sus criterios (cuantitativos o cualitativos), es decir, que en la práctica sea posible medir o juzgar qué tan bien se desempeñan o que tanto se prefieren las alternativas según el criterio que se evalúe.

- **Independencia mutua de preferencias**: debe asegurar que la asignación de preferencias de una alternativa mediante cualquier criterio se establezca de forma independiente a la asignación de preferencias mediante otro criterio; dicho de otro modo, que la preferencia evaluada mediante un criterio no puede depender de la preferencia evaluada a través de otros criterios (Munda, 2008; DCLG, 2009).

  Esta propiedad es fundamental y necesaria para integrar los puntajes de valoración de todos los criterios y así señalar el desempeño global de una alternativa cuando se emplea el método de la suma de valores ponderados, por ejemplo. En caso de que se emplee este método y no exista independencia mutua de preferencias, se deben identificar los criterios que son dependientes entre sí y fusionarlos en uno sólo.

  No se debe confundir la independencia mutua de preferencias con la correlación entre criterios, pues las preferencias se pueden establecer de forma independiente sin importar si los criterios están correlacionados entre sí; por ejemplo, los criterios asociados a impactos al medio biótico se correlacionan con los criterios asociados a impactos al medio socioeconómico (dado que los impactos al medio biótico pueden generar impactos en el medio socioeconómico), sin que ello impida evaluar cada uno de estos criterios de forma independiente y sin importar la valoración dada a otros criterios.

- **Contabilidad única**: debe asegurar que no exista doble contabilidad; ello ocurre cuando se incluyen varios criterios asociados a un mismo fenómeno o elemento bajo evaluación y resulta, en una sobre valoración oculta (al darle más importancia a dicho fenómeno o elemento) y en una violación a las reglas fijadas para ponderar o integrar los valores de cada criterio mediante el método de agregación. Generalmente, al verificar que se contemplen los criterios que permiten diferenciar una buena alternativa de una mala, que no exista redundancia de criterios y que éstos tengan independencia mutua de preferencias, es posible garantizar que la contabilidad en la evaluación de preferencias es única.

- **Tamaño manejable**: debe estar constituido por una cantidad manejable de criterios, es decir, no deben existir más criterios de los necesarios para cumplir el propósito de comparar e identificar las mejores alternativas desde el punto de vista ambiental. Ello implica también balancear la cantidad de criterios generales y de los referidos a las consecuencias sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico; alternativamente, es posible contrarrestar el desbalance en la cantidad de criterios en cada grupo, estableciendo un método de agregación de preferencias que corrija esta deficiencia.

9.3.4 Ejecutar el procedimiento de EMC del método seleccionado

Una vez se definan los criterios de evaluación, se debe ejecutar el procedimiento de EMC que se haya seleccionado (la Tabla 14 ofrece un conjunto de métodos que puede ser empleado como referencia para seleccionar el más apropiado al caso de evaluación) siguiendo las pautas definidas por su formulador y teniendo en cuenta que la forma de establecer las preferencias y de agregar las evaluaciones de cada criterio constituyen los aspectos que mayormente definen cada método. Asimismo, es necesario justificar las razones que llevaron a la elección del método y referenciar las fuentes técnicas que lo soportan.

A continuación, se brindan algunos lineamientos para desarrollar la EMC usando el método de la suma ponderada[67], un método elemental que puede usar información cardinal determinística, que es totalmente compensatorio, y que evalúa relaciones de preferencia e indiferencia mediante calificaciones directas del desempeño de cada alternativa.

9.3.4.1 Suma ponderada. Paso 1: evaluar el desempeño de las alternativas

El desempeño de cada alternativa debe ser evaluado empleando la matriz de evaluación de alternativas, en la cual para cada alternativa (A_i) y criterio (C_j) se asignan valores de desempeño ($E\ A_i\ C_j$) (ver Tabla 13). Dicha valoración se asigna usando una escala que permita valorar todas las alternativas a partir de lo que se considera mejor y peor para cada criterio (DCLG, 2009); por ejemplo, al evaluar un criterio asociado al impacto de las alternativas sobre Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA), se debe asignar el máximo valor posible cuando la alternativa no genere impactos sobre estas áreas y el mínimo valor cuando pueda impactarlas totalmente.

[67] A pesar de que éste es uno de los métodos mayormente utilizados para la elaboración de DAA, se debe recordar que no es el único y que, para algunas situaciones, tampoco resulta la mejor opción; en tal sentido, se alienta a los elaboradores de estudios ambientales a que siempre desarrollen el procedimiento del numeral 9.2 con el fin de seleccionar el método de EMC que mejor se adapte a la situación objeto de evaluación.

El propósito de esta escala de valoración es hacer posible la comparación de diferentes unidades de medida y establecer el desempeño global de cada alternativa mediante la agregación de su desempeño para cada criterio (DCLG, 2009); ello permite seleccionar la alternativa mejor puntuada.

Las escalas de valoración usadas para el desarrollo de este método generalmente son escalas de intervalo, por ejemplo, entre 0 y 100 (DCLG, 2009). Este tipo de escalas no tienen un punto cero con significado verdadero[68] y el rango de valoración es definido de forma arbitraria. Existen dos tipos de escalas de intervalo, las absolutas y las relativas.

En las *absolutas* el valor más bajo (0, por ejemplo) corresponde al peor desempeño posible para el criterio que corresponda, y el más alto (100, por ejemplo) al mejor desempeño posible para ese criterio; este tipo de escala define un estándar al definir los desempeños mínimos y máximos posibles. A pesar de que este tipo de escala facilita la definición de los pesos de los criterios, requiere de juicios muy bien sustentados para definir qué es lo que se considera “lo peor posible” y qué es lo que se considera “lo mejor posible”.

De otra parte, en las escalas *relativas* el valor más bajo de la escala (0, por ejemplo) representa el desempeño de la peor alternativa y el más alto (100, por ejemplo), el de la mejor; es decir, la valoración de las alternativas se hace de forma relativa respecto de la peor y la mejor de ellas.

Una vez se definen las escalas para cada criterio es posible evaluar las alternativas. Dicha evaluación, dado que emplea escalas de intervalo (cualquier método compensatorio podría usar estas estas escalas), puede realizarse de las siguientes tres formas (DCLG, 2009):

- Mediante una función de valor. Para ello, primero se requiere establecer una función no necesariamente lineal que relacione los posibles valores de la escala y lo que se considera bueno o malo; esta función se puede expresar matemática o gráficamente. Una vez se cuente con dicha función, se determina la valoración de cada alternativa. Por ejemplo, la función establece cómo se valoraría la posible emisión de un gas contaminante (supongamos en kg/año) en una escala de 0 a 100, y la valoración de cada alternativa señala, tomando como base dicha función, el puntaje en la escala de 0 a 100 que le corresponde a cada alternativa de acuerdo con el grado emisión previsto.

[68] El cero no representa la ausencia de la característica medida, corresponde a un punto de referencia desde el que se establecen intervalos de igual magnitud que constituyen la escala.

- Mediante opinión de expertos. Consiste en la valoración directa del desempeño que da un experto según su opinión, asignando un valor dentro del intervalo establecido. Se aplica cuando no hay una unidad de medida y se recomienda que sea ejecutada por expertos que no tengan intereses en la decisión que evalúan. Si la evaluación es realizada por varias personas, se deben formular lineamientos sobre cómo valorar el desempeño para que la evaluación obedezca a un mismo patrón. Es importante verificar la consistencia de las valoraciones chequeando que diferencias similares entre el desempeño de las alternativas se reflejen de forma consecuente en su puntuación.

- Mediante opinión de un experto en pares. Es una valoración indirecta dada por un experto que, mediante categorías lingüísticas señala el desempeño de cada alternativa con respecto a las demás; por ejemplo, establece si entre dos alternativas para un criterio determinado hay diferencias muy débiles, moderadas o extremas entre sus consecuencias. Para procesar los datos y analizar los resultados de este tipo de evaluación, es recomendable emplear programas informáticos especializados.

Es importante que cualquier forma de valoración, independientemente del tipo de escala seleccionada, se sustente en una evaluación ambiental juiciosa, bien desarrollada y que permita captar los impactos ambientales de la forma más precisa posible dentro de los alcances que puede tener la evaluación ambiental en un DAA.

Finalmente, se debe chequear la consistencia en la asignación de puntajes verificando el cumplimiento de tres condiciones (DCLG, 2009):

a) Transitividad a través de las alternativas, es decir, si la alternativa A se prefiere sobre la alternativa B, y la B se prefiere sobre la alternativa C, entonces la alternativa A se prefiere sobre la C, lo cual es un requisito en caso de que la EMC se exprese en términos numéricos, como sucede generalmente en el marco del licenciamiento ambiental.

b) Equivalencia lógica entre preferencias y sistemas numéricos, ósea, que a una preferencia mayor le corresponda un número más alto en la evaluación.

c) Correspondencia entre valoraciones y funciones empleadas (lineales o no lineales), en caso de aplicar.

9.3.4.2 Suma ponderada. Paso 2: establecer la ponderación de cada criterio para que refleje su importancia relativa

Antes de combinar las valoraciones dadas a cada alternativa mediante diversos criterios, es necesario ponderar cada criterio según su importancia relativa. El método más común para asignar esta importancia relativa es el Método de ponderación oscilante.

Este método establece el peso de un criterio identificando qué tanto varían sus valoraciones respecto las valoraciones de los demás criterios, y qué tanto importa esa diferencia en el contexto de la toma de decisión (DCLG, 2009). Por ejemplo, se puede suponer que el criterio *impacto sobre los cuerpos de agua* es muy importante, pero si las diferencias de las valoraciones de las alternativas asociadas a este criterio no son pronunciadas (ósea, las alternativas impactan relativamente igual este componente ambiental), entonces el criterio *impacto sobre los cuerpos de agua* podría tener menor importancia que uno referido al *impacto sobre ecosistemas estratégicos* en los que hay más variación entre alternativas y además, dicha diferencia tiene gran importancia para elegir la mejor alternativa.

De esta forma, se le puede asignar el mayor peso al criterio con mayor oscilación de valoraciones y, a partir de él, establecer los pesos de los demás criterios según la variación de sus valoraciones. Es importante señalar que esta oscilación también puede emplearse para mejorar la *formulación* de las alternativas, centrándose en mejorar las características de las alternativas asociadas a criterios calificados como importantes que tengan poca variación entre alternativas y para los cuales sea posible realizar cambios positivos (DCLG, 2009).

Por ejemplo, si se identifica que el criterio *impacto sobre los cuerpos de agua* es muy importante y que las alternativas se comportan relativamente igual de mal frente a este criterio, es posible modificar las características de localización, tecnología o diseño de las alternativas para que generen un menor impacto a los cuerpos de agua y así mejoren su desempeño ambiental.

9.3.4.3 Suma ponderada. Paso 3: combinar los pesos y puntajes de cada alternativa para obtener un valor general

Una vez se obtenga la evaluación de desempeño de las alternativas para cada criterio y se establezca la ponderación o importancia relativa de cada uno de ellos, se debe agregar la información por alternativa de acuerdo con el procedimiento de agregación. En el caso del método de suma de promedios ponderados, el puntaje de cada alternativa se obtiene sumando los productos de la evaluación de desempeño de cada criterio por los pesos relativos de éstos (DCLG, 2009).

Es importante recalcar que en el caso de emplear el método de promedios ponderados es fundamental y necesaria la independencia mutua de preferencias, es decir, que los criterios se puedan evaluar de forma independiente a los resultados de la evaluación de los demás criterios (Guitouni & Martel, 1998; Munda, 2008; DCLG, 2009).

De forma adicional al método de suma ponderada y con el propósito de incorporar elementos de veto en el modelo de toma de decisión, es posible introducir factores multiplicativos. Por ejemplo, si se encuentra la necesidad de incorporar un criterio que no es compensatorio y que por tanto no es admitido en el método de sumas ponderadas, al finalizar el procedimiento de agregación y al obtener los puntajes por alternativa, es posible valorar el comportamiento de las alternativas frente a dicho criterio no compensatorio multiplicando por 1 en caso de que la alternativa se comporte satisfactoriamente, o por 0 en caso de que su comportamiento frente al criterio no sea admisible y por tanto la alternativa deba ser descartada.

9.3.5 Ejecutar un análisis de sensibilidad

El propósito de este análisis de sensibilidad es verificar qué tan robustas son las alternativas frente a cambios o errores en la información, especialmente en los pesos asignados a los criterios, es decir, determinar cuál es la posibilidad de tomar una decisión errónea y qué tan errónea puede ser. De esta forma, es posible conocer en profundidad los criterios, condiciones ambientales y características de las alternativas que más influyen en la decisión, brindando elementos adicionales para la selección.

El propósito del análisis de sensibilidad es establecer hasta qué punto la variación en el desempeño de las alternativas (que en el caso del método de suma ponderada se expresa mediante puntajes y pesos de criterios) afecta los resultados, es decir, la elección, orden o calificación de las alternativas según el método que se emplee (DCLG, 2009). Por ello, el análisis permite conocer en profundidad los criterios, condiciones ambientales y características de las alternativas que más influyen en la decisión, brindando elementos adicionales para la selección de alternativas al determinar qué tan robustas son frente a cambios o errores en la información.

Básicamente este análisis consiste en modificar gradualmente el nivel de desempeño asignado a cada alternativa (para las sumas ponderadas se refiere a los puntajes y a los pesos relativos de los criterios) y en analizar los resultados. Así, es posible que del análisis de sensibilidad se concluya que es necesario incluir criterios adicionales que no fueron considerados previamente y que pueden resultar decisivos.

Si se evidencia que los resultados son relativamente los mismos sin importar si se han modificado los desempeños (preferencias), o que las diferencias finales entre las preferencias siempre son pequeñas, es posible evaluar la posibilidad de elegir la segunda mejor alternativa dado que puede representar una pequeña pérdida de

beneficio general pero un beneficio en otros criterios no contemplados o evaluados sólo desde un punto de vista (DCLG, 2009).

En caso de que la EMC se haya desarrollado de forma participativa, el análisis de sensibilidad puede ayudar a superar diferencias entre actores, pues permite evaluar cómo las diferentes preferencias (valoraciones y pesos en caso del método de suma ponderada) soportan o refutan argumentos contrapuestos. Asimismo, es un escenario propicio para mejorar la *formulación* de las condiciones de localización, diseño o tecnología de las alternativas dado que estas modificaciones progresivas revelan posibilidades de ajuste, asociadas fundamentalmente a los criterios para los cuales se encontraron diferencias menores entre alternativas y que brindan la posibilidad de introducir mejoras.

9.3.6 Formular ajustes a las alternativas

Es conveniente identificar y comparar las ventajas y las desventajas de cada alternativa con el fin de encontrar diferencias clave que permitan mejorar la formulación de las alternativas, es decir, sus configuraciones específicas en términos de localización, diseño y tecnología. Cuando se emplea un método aditivo ponderado las ventajas pueden manifestarse como altos puntajes en criterios de peso elevado, y las desventajas, como bajos puntajes en criterios de peso elevado (DCLG, 2009).

El propósito primordial de este proceso es reformular las alternativas para asegurar un mejor balance entre ventajas y desventajas, así como identificar posibilidades de ajuste a partir del desempeño en los criterios; por ejemplo, es posible reformular las alternativas disminuyendo su desempeño en criterios poco importantes y mejorando su rendimiento en los que se consideran más relevantes.

9.3.7 Repetir la EMC hasta obtener una buena evaluación

Como se mencionó previamente, la EMC es un proceso iterativo en el que la información que provee debe emplearse para retroalimentar la *formulación* de las alternativas, los criterios y los desempeños (preferencias). No obstante, el fin último de la EMC no es ejecutar un análisis exhaustivo mediante información detallada dadas las características y objetivos del DAA, estudio que emplea información principalmente secundaria para comparar y elegir alternativas; es por ello por lo que la iteración debe detenerse cuando se obtenga una EMC lo suficientemente buena para resolver el problema en cuestión (seleccionar alternativas).

Al desarrollar estas iteraciones es importante ejecutar solamente las actividades que independientemente de su resultado tengan implicaciones en la decisión final; si una acción (alternativa, criterio, preferencia) no tiene repercusiones en la decisión, no debería contemplarse en el proceso iterativo. Puede pensarse que esta falta de

precisión reduce la calidad de la EMC, no obstante, es un método que tolera muy bien la inexactitud en razón a que las preferencias sobre muchos criterios que tienen alta correlación estadística entre sí, pueden distribuirse de múltiples maneras sin modificar los resultados finales, además, los cambios en las preferencias de los criterios influencian y provocan cambios en la valoración de otros criterios, lo que en su conjunto, genera poca sensibilidad a la imprecisión (DCLG, 2009).

Una cuestión importante que nunca debe olvidarse al ejecutar una EMC es que no es un procedimiento que decide por sí sólo o que constituye un algoritmo para llegar a la mejor decisión posible; es una ayuda que permite que quien esté ejecutando la evaluación decida con más transparencia y elementos de juicio, y encuentre de esta forma una decisión que lo satisfaga teniendo en cuenta los criterios empleados (Munda, 2008; DCLG, 2009).

Finalmente, se debe presentar la alternativa o alternativas seleccionadas, argumentando de forma concisa las razones por las cuales se llegó a su elección.

9.4 CRITERIOS PARA LA COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

El proceso de evaluación mediante criterios se debe realizar para cada una de las alternativas contempladas en el DAA, a fin de compararlas y tomar una decisión respecto de las que demuestren un mejor desempeño ambiental. La aplicación de estos criterios exige tener en cuenta el escenario sin proyecto para poder establecer los impactos ambientales que ocasionaría cada una de las alternativas formuladas.

En los numerales que siguen a continuación, se listan los criterios que se deben considerar para evaluar y comparar las alternativas en función de sus implicaciones en las condiciones ambientales de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

La aplicabilidad de estos criterios depende de su capacidad para denotar diferencias entre las alternativas y, por lo tanto, de las particularidades específicas del proyecto, obra o actividad para la cual se formula el DAA y de las condiciones ambientales del área de estudio. Para establecer si estos criterios aplican o no, es necesario verificar si cumplen con las propiedades señaladas en el numeral 9.3.3 de este capítulo empleando la información consignada en la descripción del proyecto (1), caracterización ambiental (4) y determinación y valoración de impactos (7), entre otros numerales del estudio ambiental. De ser necesario es posible establecer criterios complementarios.

La información requerida para aplicar los criterios que se seleccionen debe provenir de los numerales del DAA que, como se ha señalado, es un estudio cuya elaboración se basa fundamentalmente en información secundaria y que requiere información primaria sólo en casos excepcionales.

9.4.1 Criterios relacionados con el medio abiótico

- Longitud o superficie por intervenir, incluyendo la ocupada por la infraestructura requerida e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, plantas industriales, entre otros).
- Longitud de vías de acceso a construir.
- Volumen estimado de remoción de suelo (descapote, corte, relleno, excavación).
- Volumen estimado de materiales sobrantes de construcción.
- Estimado del uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales renovables (p. ej. cantidad de ocupaciones de cauce, caudal de agua superficial solicitado o caudal de vertimientos).
- Alteración del índice de escasez[69].
- Cantidad de cruces de infraestructura con cuerpos de agua lóticos y lénticos.
- Impacto a cuerpos de agua lóticos y lénticos.
- Necesidad de desvío de cauces.
- Impacto a zonas susceptibles a eventos hidrometeorológicos y geológicos amenazantes (inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, entre otros), en los ámbitos nacional, regional y local.
- Impacto a puntos hidrogeológicos de zonas de recarga y descarga de acuíferos.
- Contaminación a sistemas acuíferos.
- Impacto a áreas en recuperación ambiental o a áreas en las que se prevé adelantar acciones de recuperación ambiental.

[69] Es posible calcular este índice empleando información del Estudio Nacional del Agua o de estudios regionales que contengan datos para el área de estudio, adicionando a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, la demanda hídrica potencial de las alternativas y relacionando tal resultado con la oferta hídrica superficial disponible.

- Impacto a áreas afectadas por erosión costera.
- Impacto a los usos del suelo. Es posible emplear la superficie según usos del suelo.
- Impacto a suelos de clases agrológicas I, II, III y IV.
- Impacto a áreas con suelos con potencial o con procesos activos de degradación (erosión y salinización).
- Generación o dinamización de conflictos por uso del suelo.
- Generación o dinamización de conflictos ambientales por el uso de las tierras.
- Impacto al recurso hídrico por vertimientos en áreas continentales e insulares (superficial y subterráneo) en términos de calidad y cantidad.
- Impacto al recurso hídrico marino en términos de calidad y cantidad.
- Cantidad de receptores (humanos y de otra clase) de emisiones atmosféricas y ruido en zonas agropecuarias y en áreas con elementos naturales susceptibles.
- Distanciamiento de receptores (humanos y de otra clase) de contaminación atmosférica (aire y ruido) en zonas agropecuarias y en áreas con elementos naturales susceptibles).

9.4.2 Criterios relacionados con el medio biótico

- Impacto a Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) y a áreas de manejo especial del orden nacional y regional, considerando especialmente sus áreas de exclusión, en caso de estar definidas, así como los objetivos y valores objeto de conservación de las áreas protegidas del Sinap.
- Impacto a zonas de paso de especies migratorias y a áreas de importancia para la cría, reproducción, alimentación y anidación.
- Impacto a especies amenazadas (según la UICN, la Resolución 0126 de 2024 o la que la modifique o sustituya y los libros rojos de especies amenazadas), migratorias, endémicas, vedadas, contempladas en el CITES, de vital importancia para la función y estabilidad de los ecosistemas, entre otras reportadas en el área de estudio.

- Fragmentación o impacto a la conectividad de los ecosistemas.
- Extensión impactada de coberturas vegetales o ecosistemas.
- Área de compensación del medio biótico[70].
- Estimado del uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales renovables (p. ej. estimado del volumen de aprovechamiento forestal requerido por cobertura o ecosistema).
- Impacto a ecosistemas acuáticos, incluyendo el que resulta de actividades como la construcción de puentes, alcantarillas y otras estructuras de cruce.
- Impacto a la riqueza de fauna vertebrada y flora.

9.4.3 Criterios relacionados con el medio socioeconómico

- Impacto al recurso hídrico superficial y subterráneo del que dispone la población, considerando su grado de dependencia al recurso (alto, medio y bajo).
- Modificación o generación de conflictos socioambientales.
- Cantidad de personas impactadas, considerando la densidad poblacional de las unidades de análisis territorial.
- Impacto a sitios de interés histórico, cultural, arquitectónico y arqueológico, sitios declarados como parques arqueológicos, áreas arqueológicas protegidas, patrimonio histórico nacional y patrimonio histórico de la humanidad, o aquellos yacimientos arqueológicos o paleontológicos que por la singularidad de sus contenidos culturales ameriten ser preservados para la posteridad (incluido el patrimonio sumergido).
- Generación de impactos ambientales acumulativos y de impactos ambientales sinérgicos dada la presencia, planificación o previsible ejecución de proyectos de

[70] Para estimar el área a compensar de cada alternativa se debe aplicar el siguiente procedimiento: i) Determinar los ecosistemas posiblemente impactados superponiendo, para las alternativas, las zonas en las cuales se puede generar el impacto, con el Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, Versión 2.1, escala 1:100.000 (2017), o sus versiones oficiales posteriores, ii) Consultar en el Manual de compensaciones del componente biótico vigente el factor de compensación que corresponda a los ecosistemas posiblemente impactados y iii) Multiplicar la cantidad de superficie de las áreas posiblemente impactadas por los factores de compensación que les correspondan.

desarrollo nacional, regional y local, distritos de riego y áreas de expansión urbana.

- Impacto a las actividades económicas (ganadera, agrícola, minera, forestal, pesquera, industrial, prestación de servicios, entre otras), considerando entre otros indicadores, el área destinada a cada una de ellas.

- Cantidad de predios con déficit de área productiva impactados, considerando la razón entre la predominancia de tamaño de predios (micro, minifundio, pequeña, mediana y gran propiedad[71]) y la Unidad Agrícola Familiar (UAF) definida para el municipio.

- Reasentamiento involuntario de población o desplazamiento de actividades económicas y de instituciones, considerando la cantidad estimada de unidades sociales (residentes, productivas y mixtas) e infraestructura social y comunitaria susceptible.

- Impacto diferenciado a grupos de personas con mayores dificultades para acceder a la información[72], sujetos de especial protección constitucional y a personas y organizaciones defensoras de derechos humanos en asuntos ambientales.

- Incidencia de los impactos ambientales sobre los derechos humanos.

- Impacto (alto, medio y bajo) en la conectividad social, considerando la movilidad de la población (inclusive bajo modalidades tradicionales como vehicular, animal, peatonal) y la accesibilidad a predios, veredas e infraestructura social y comunitaria.

- Percepción de los grupos de interés (acuerdo, desacuerdo o indiferencia); esta información debe obtenerse mediante los procesos de participación.

- Impacto a reservas campesinas, territorios de comunidades negras o resguardos indígenas constituidos o en proceso de constitución o ampliación.

- Impacto a zonas de concesiones especiales (p. ej. áreas de playa para turismo), considerando los usos definidos para éstas.

[71] Categorías establecidas en el numeral de metodología y tratamiento de la información del Atlas de la Distribución de la propiedad rural en Colombia publicado por IGAC en 2012.
[72] Hace referencia a las personas que tienen mayor dificultad para informarse y participar de manera efectiva por diversas situaciones, entre ellas, limitaciones tecnológicas, auditivas, por tener una lengua diferente al castellano o vivir en espacios territoriales de difícil acceso.

- Impacto a infraestructura para el desarrollo de las actividades económicas (p. ej. agropecuarias, mineras, piscícolas, forestales, pesqueras, de conducción y explotación de hidrocarburos, industriales, según aplique) y la prestación de servicios públicos (transmisión de energía eléctrica; transporte aéreo, carretero, férreo y fluvial; manejo de residuos sólidos en rellenos sanitarios; acueductos; alcantarillados; de educación y salud; entre otras).

9.4.4 Criterios de tipo general

Adicional a los criterios particulares a los medios abiótico, biótico y socioeconómico, la evaluación y comparación de alternativas puede considerar los siguientes criterios de carácter general:

- Incorporación de elementos tecnológicos, constructivos y de diseño para la prevención y mitigación de impactos ambientales.

- Consonancia con los usos del suelo establecidos en los instrumentos de ordenamiento territorial[73] y con los usos del agua señalados en los instrumentos de planificación del recurso hídrico.

- Impactos al paisaje relacionados con la visibilidad y la calidad y fragilidad visual.

- Superficie por intervenir con condiciones de riesgo alto.

- Resultados de la zonificación ambiental. Por ejemplo, proporción del área de estudio con categoría “alta” y “muy alta” ocupada por áreas por intervenir.

- Resultado de la determinación y evaluación de impactos ambientales. Por ejemplo, cantidad o proporción de impactos en cada categoría de Potencial normalizado de modificación de las condiciones ambientales o bien, características de los impactos ambientales residuales (al considerar las posibles medidas de manejo).

- Resultado del análisis costo-beneficio ambiental.

- Impactos ambientales asociados al cambio climático.

[73] Estos instrumentos incorporan las determinantes de ordenamiento territorial, entre ellas, las asociadas con la conservación, la protección del ambiente y los ecosistemas y las de interés para proteger el derecho humano a la alimentación de los habitantes del territorio nacional localizadas dentro de la frontera agrícola (p. ej. APPA).

III. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es el instrumento básico que, mediante un conjunto de información permite a las autoridades ambientales tomar decisiones sobre la viabilidad ambiental de los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental para su desarrollo. Este conjunto de información debe ser el necesario y suficiente para describir el proyecto, obra o actividad y caracterizar de forma integral el área que podría sufrir deterioro con su ejecución, así como para determinar, calificar y evaluar sus impactos, señalar cuáles no podrían ser evitados, mitigados o corregidos y para establecer las medidas de manejo ambiental correspondientes y demás planes requeridos por la Ley y los reglamentos.

Para alcanzar estos propósitos, el EIA debe desarrollar los lineamientos y elementos metodológicos generales que se establecen a continuación, según apliquen, así como las especificaciones técnicas que se indiquen en los respectivos términos de referencia. En todo caso, los requerimientos de información establecidos en los términos de referencia y los lineamientos metodológicos señalados en la metodología deben ser adaptados y considerados de acuerdo con las particularidades del proyecto, obra o actividad para el cual se elabora el estudio.

Para los proyectos, obras o actividades a los que se refiere el artículo 2.2.2.3.1.4 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya, la elaboración del EIA debe efectuarse a partir de las posibles localizaciones en las que es viable el desarrollo de sus actividades y conforme con ellas, se deben desarrollar los demás elementos que configuran el estudio ambiental.

Las especificaciones establecidas en el presente capítulo aplican también para la modificación de los planes de manejo ambiental establecidos como instrumento equivalente a la licencia ambiental según lo establecido en el artículo 2.2.2.3.8.9 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique o sustituya, para el complemento al EIA que se debe elaborar como requisito para la solicitud de modificación de licencia ambiental de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.2.3.7.2. de dicho Decreto, para la elaboración del plan de manejo ambiental para la construcción y operación de Proyectos Turísticos Especiales (PTE) de gran escala en suelo rural a los que se refiere el artículo 264 de la Ley 1955 de 2019, así como para el desarrollo de los estudios ambientales que deban elaborarse en el marco de otros instrumentos de manejo y control ambiental que establezca la Ley.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se debe presentar una descripción general y sintética de los métodos y resultados de la evaluación de opciones razonables de diseño, tecnología y localización o trazado (esta última, en los casos en los que sea posible) que se ejecutó para asegurar que la opción elegida para la formulación del proyecto, obra o actividad, además de permitir su objetivo (p. ej. extraer hidrocarburos o minerales, aprovechar energía hídrica o eólica, construir carreteras, construir y operar rellenos sanitarios o zoocriaderos), es la que causa los menores impactos ambientales.

En caso de que no se haya desarrollado un DAA, esta evaluación no requiere de la presentación de información de línea base, de las modelizaciones ambientales, de las descripciones detalladas de las opciones ni de los demás análisis contenidos en tales estudios ambientales y puede desarrollarse empleando el método que el desarrollador del EIA considere más apropiado al caso particular de estudio, siendo uno de éstos, la evaluación multicriterio. Se debe señalar clara y sintéticamente cómo se compararon las opciones y cómo se llegó a la conclusión de que la opción elegida para el desarrollo del proyecto ocasiona los menores impactos ambientales.

Esta evaluación permite a los formuladores de proyectos y de estudios ambientales desarrollar el principio de la Ley ambiental que establece que la protección y recuperación ambiental es una tarea que corresponde también a los actores privados; asimismo, facilita que los proyectos procuren el desarrollo sostenible del país y permite la implementación del principio de prevención.

En caso de que se haya desarrollado un DAA, se debe presentar una síntesis de los resultados de este estudio ambiental, mencionando brevemente el método de EMC que se empleó, las características de las alternativas evaluadas (en términos de diseño, tecnología o localización) y la valoración de cada una de ellas; adicionalmente, se debe señalar qué alternativa fue seleccionada por la autoridad ambiental para el desarrollo del EIA.

La descripción de las diferentes etapas de ejecución del proyecto debe hacer evidente y de forma concreta lo siguiente:

- Cómo la configuración específica del proyecto en términos de diseño, tecnología y localización o trazado optimiza su desempeño ambiental al procurar la recirculación de materiales[74]; el aprovechamiento de la biomasa y de los residuos; el uso de fuentes renovables de energía; la optimización del uso de los recursos naturales renovables e insumos; la prevención y mitigación de sus

[74] Es posible implementar opciones de economía circular en cualquiera de las etapas del proyecto si es que ello se considera pertinente.

impactos a los ecosistemas; la implementación de buenas prácticas, tecnologías más limpias, encadenamientos productivos[75], soluciones basadas en la naturaleza, integración paisajística[76], así como opciones de infraestructura verde[77] y; en general, al reducir el área por intervenir y la generación de impactos.

- Cómo la configuración específica del proyecto en términos de diseño, tecnología y localización o trazado reduce la aparición o exacerbación de conflictos socioambientales, procura la justicia ambiental[78], respeta los derechos humanos y previene los riesgos e impactos negativos a los derechos humanos asociados a los impactos ambientales del proyecto.

- Cómo la configuración específica de diseño, tecnología y localización o trazado del proyecto incorpora consideraciones[79] de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) que reduzcan las emisiones netas de GEI a la atmósfera y de adaptación al cambio climático que limiten los riesgos derivados del cambio del clima (según los resultados del numeral 10.7.3.2) al reducir la vulnerabilidad y exposición, tanto del proyecto, como de los elementos del ambiente que éste puede impactar[80].

[75] De acuerdo con lo señalado por la Política nacional de producción y consumo sostenible (MAVDT, 2010).
[76] La implementación de la integración paisajística puede considerar herramientas de referencia tales como la *Guía de parámetros técnicos para orientar las intervenciones en el paisaje cultural cafetero colombiano* u otras que emita el Ministerio de las Culturas, las Artes y los Saberes.
[77] Para incorporar en los diseños estas especificaciones es posible emplear como referencia los documentos Lineamientos de Infraestructura Verde Vial para Colombia (Minambiente, FCDS & WWF, 2020) y Pasos de fauna en infraestructura lineal: cartilla de referencia para la toma de decisiones (Correa, 2020), u otros de reconocida idoneidad técnica.
[78] Según la Sentencia T-294 de 2014, la justicia ambiental puede ser entendida como el "*tratamiento justo y la participación significativa de todas las personas independientemente de su raza, color, origen nacional, cultura, educación o ingreso con respecto al desarrollo y la aplicación de las leyes, reglamentos y políticas ambientales".*
[79] Para la formulación de estas consideraciones de adaptación y mitigación, puede emplearse como referencia el Portafolio de buenas prácticas para el cambio climático de ANLA o el documento Criterios para la integración del cambio climático en la evaluación ambiental de proyectos de inversión (REDLASEIA & CEPAL, 2023).
[80] Se debe tener en cuenta que los proyectos o las etapas de duración extensa deben tolerar la modificación del clima que se espera en el largo plazo, así como una mayor cantidad de eventos extremos y considerar, además, que el momento del año en el que se desarrollen las actividades constructivas u operativas puede determinar diferentes posibilidades de adaptación y mitigación, dado que la ocurrencia de eventos extremos es más probable en ciertas épocas del año.

Por otra parte, la descripción del proyecto debe precisar claramente su objetivo, localización[81], diseño y características técnicas, especificando entre otras, las etapas y fases del proyecto, la duración de cada una de ellas y el cronograma estimado para el desarrollo de sus actividades, las particularidades de cada una de sus fases señalando las actividades, la infraestructura existente a emplear, los insumos que requiere, el manejo y forma de disposición de los residuos peligrosos y no peligrosos así como de los materiales que genere[82] y los costos estimados para su ejecución.

Es importante que la descripción del proyecto se refiera solamente a los elementos que hacen parte de éste y no a las medidas de manejo de los impactos ambientales. Para determinar si un elemento, maquinaria o característica específica del proyecto en efecto hace parte de éste, se debe evaluar si la presencia, uso o implementación de tal elemento, maquinaria o característica resulta necesaria para la ejecución del proyecto y si es inherente a su propósito, naturaleza y desarrollo. Si no es así y su propósito se enfoca en la gestión de los impactos, se trata de una medida de manejo que no debe ser incorporada ni descrita en este apartado.

Es obligación de quien presenta el EIA brindar información que permita a las autoridades ambientales conocer todas las particularidades del proyecto, obra o actividad de forma que más adelante, y de acuerdo con las características ambientales del lugar en el que se plantea su desarrollo, tengan total claridad y puedan verificar la determinación y valoración de impactos ambientales, la delimitación del área de influencia, el uso y aprovechamiento de recursos naturales, la formulación de planes y demás apartados del EIA; es decir, se debe proporcionar la información necesaria y suficiente a fin de que las autoridades ambientales tomen una decisión informada sobre la viabilidad ambiental del proyecto. Las particularidades que se deben tener en cuenta para la descripción de cada tipo de proyecto, obra o actividad se establecen en los términos de referencia.

[81] El proyecto, obra o actividad debe tener en cuenta los usos del suelo establecidos en los instrumentos de ordenamiento territorial (sin perjuicio de lo dispuesto en los Decretos 2201 de 2003 y 1077 de 2015, o en la norma que los modifique o sustituya, sobre los proyectos, obras o actividades considerados de utilidad pública e interés social por el legislador), la zonificación ambiental de áreas protegidas y de zonas amortiguadoras del SPNN, la zonificación de áreas de manglar, los planes de manejo ambiental de páramos y las prohibiciones para el desarrollo de actividades que establece la Ley en este ecosistema, entre otros instrumentos, así como las determinantes ambientales, considerando que el parágrafo 3 del artículo 10 de la Ley 388 de 1997 (modificado por el artículo 32 de la Ley 2294 de 2023) establece que “los fundamentos definidos por los pueblos y comunidades indígenas serán vinculantes para todos los actores públicos y privados en sus territorios y territorialidades".

[82] La infraestructura existente puede ser de propiedad del beneficiario de la licencia ambiental o de terceros; asimismo, las actividades pueden ser desarrolladas o gestionadas mediante terceros. En cualquier caso, quien solicita la licencia ambiental adquiere la responsabilidad directa ante la autoridad ambiental por el manejo del proyecto, obra o actividad en caso de que se le otorgue la licencia.

En caso de que se plantee suplir la demanda de materiales de construcción para la ejecución de las obras civiles asociadas al proyecto, obra o actividad mediante un tercero, éste debe contar con título minero otorgado por la Agencia Nacional Minera (ANM) o la entidad que haga sus veces, así como con licencia ambiental otorgada por la autoridad ambiental competente. Si se busca suplir la demanda a partir de una fuente secundaria o de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), se debe suministrar la inscripción o permiso para su aprovechamiento que la autoridad ambiental competente haya otorgado al proveedor, o los documentos que defina la reglamentación vigente para el aprovechamiento de este tipo de residuos.

Si el proyecto, obra o actividad contempla el desarrollo de actividades de explotación de materiales de construcción a fin de suplir sus necesidades, se deben describir detalladamente dichas actividades de explotación[83], de forma que la autoridad ambiental pueda conocer todas sus particularidades. En este caso se debe contar con título minero o autorización temporal vigente de la ANM.

Si como consecuencia de la ejecución del proyecto se tiene prevista la generación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), es necesario hacer efectiva la jerarquía en la gestión integral de RCD, describir todas las actividades que se requieran para su gestión, así como señalar la localización de los lugares de almacenamiento, aprovechamiento o disposición final de acuerdo con lo establecido en la normativa ambiental vigente. Igualmente, se deben describir las actividades que se tenga previsto ejecutar en caso de que se quiera actuar como receptor de RCD con el fin de emplear este tipo de materiales para el desarrollo de las actividades del proyecto, obra o actividad.

2. ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia se define como el área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo

[83] Dado que estas actividades de explotación de materiales de construcción se desarrollan directamente por el proyecto, obra o actividad, se debe asegurar total coherencia entre dichas actividades y los demás elementos del EIA que se le relacionen, por ejemplo, delimitación del área de influencia, evaluación ambiental, caracterización ambiental, zonificación ambiental, zonificación de manejo ambiental, plan de manejo ambiental, plan de seguimiento y monitoreo, plan de desmantelamiento y cierre ambiental (atendiendo los lineamientos señalados en los términos de referencia sobre proyectos mineros), entre otros.

del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí[84].

Partiendo de esta definición y con el propósito de orientar el ejercicio de delimitación del área de influencia de un proyecto, obra o actividad, se señalan los conceptos de ambiente y de impacto ambiental significativo:

- **Ambiente**: comprende los elementos naturales, tanto físicos como biológicos, los elementos artificiales, sociales y culturales, y las interacciones de éstos entre sí.

- **Impacto ambiental significativo negativo**: impacto que dada la sensibilidad ambiental del área en la que se manifiesta, genera una alteración de las condiciones ambientales que afecta su integridad y limita su capacidad para mantener la sostenibilidad ambiental. Se considera como impacto ambiental significativo negativo, a todo impacto negativo clasificado en las tres (3) categorías más altas de Potencial normalizado de modificación de las condiciones ambientales.

La correcta delimitación del área de influencia de un proyecto, obra o actividad permite establecer el alcance geográfico de los impactos ambientales significativos negativos que éste genera en condiciones normales de desarrollo[85], facilita su evaluación y la subsecuente calificación de viabilidad ambiental, y en caso de ejecutarse, circunscribe el territorio sobre el que debe concentrarse el seguimiento ambiental del mismo. Dicho proceso de delimitación del área de influencia requiere de un estudio integral del estado de las condiciones del ambiente previas a la ejecución del proyecto.

La importancia de una adecuada delimitación del área de influencia también radica en la estrecha relación que guarda con la caracterización ambiental y la evaluación ambiental, procesos que dependen los unos de los otros y que han de realizarse de forma conjunta e iterativa hasta determinar una superficie que cumpla con la definición de área de influencia.

Con el objeto de emprender los procesos de caracterización, zonificación y evaluación ambiental, así como el de manejo y seguimiento ambiental del proyecto, obra o actividad durante su ejecución de forma precisa y eficiente, se ha previsto que la delimitación del área de influencia deba realizarse para cada una de las subdivisiones que conforman el ambiente, por ejemplo, factores, componentes y medios.

[84] De acuerdo con el artículo 2.2.2.3.1.1. del Decreto 1076 de 2015.
[85] No contempla aquellos impactos ambientales producto de contingencias o de eventos no planeados.

Esta propiedad tiene la virtud de permitir que la caracterización ambiental, así como la formulación de medidas de manejo y, más adelante, en el escenario de ejecución del proyecto, la realización de actividades de manejo y de seguimiento ambiental, se enfoquen en las áreas de influencia de los factores o de los componentes en las que específicamente apliquen.

En todo caso, es importante tener presente que el área de *influencia del proyecto, obra o actividad*, es decir, el área en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos que ocasionan las actividades que se desarrollan durante todas sus etapas de ejecución, espacialmente corresponde a la integración[86] de las áreas de influencia de los factores, componentes y medios que se identifiquen en cada caso. De esta forma, el área de influencia del proyecto, obra o actividad es una única área que se obtiene al integrar las áreas de influencia de todos los factores ambientales, razón por la cual puede corresponder a un área discontinua conformada por varios polígonos que incluso puede abarcar zonas fuera de los límites territoriales del país.

El propósito de que el área de influencia del proyecto esté conformada por las áreas de influencia de las categorías de los elementos que hacen parte del ambiente (factores, componentes y medios), es captar las características de cada una de esas categorías y a partir de ello desarrollar un proceso detallado y particularizado.

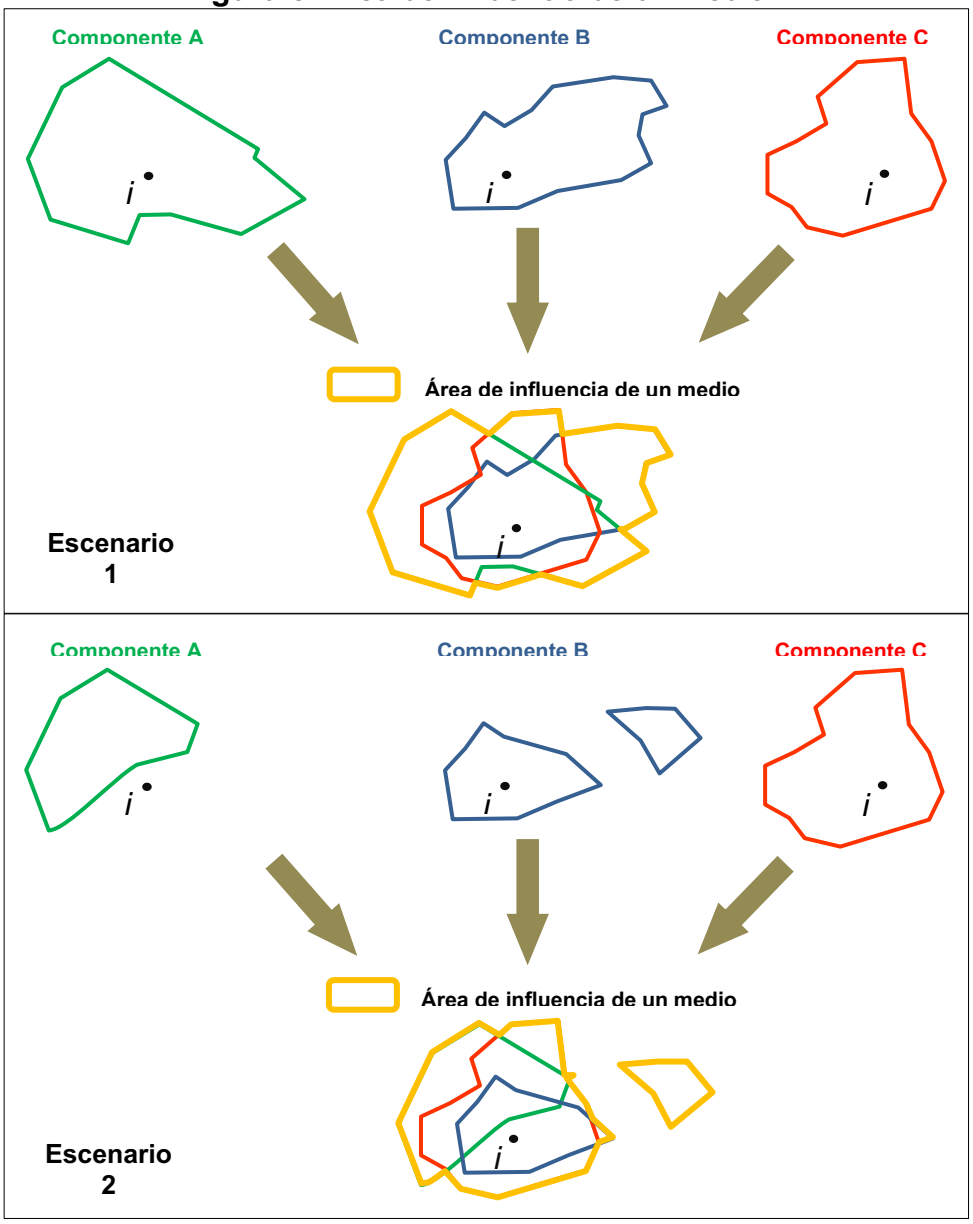
Mediante esta estructura lógica, el abordaje de procesos como la caracterización ambiental, zonificación ambiental, zonificación de manejo ambiental, evaluación ambiental, formulación de planes y medidas de manejo, entre otros, se orienta a un área específica del territorio; por ejemplo, si los impactos significativos del proyecto se manifiestan en áreas diferentes para los factores *fauna* y *flora* (que hacen parte del componente *ecosistemas terrestres*), la caracterización de cada uno de ellos, así como el desarrollo de los demás procedimientos, puede enfocarse en el área de influencia de cada factor y no abarcar toda el área de influencia del componente del cual hacen parte.

No obstante, es posible asumir que las áreas de influencia de los factores son exactamente iguales al área de influencia del componente del cual hacen parte; es decir, se puede tomar al componente y no al factor ambiental como la categoría ambiental base para delimitar el área de influencia. Si bien esta opción es procedimentalmente más sencilla al prescindir de la integración de las áreas de influencia de los factores para delimitar las áreas de influencia de los componentes, puede resultar en un incremento del área en la cual se debe desarrollar la

[86] Se refiere al proceso de "*Unión geográfica*" que se incluye en diversos paquetes informáticos de procesamiento geoespacial.

caracterización ambiental y los demás procedimientos propios de la formulación de estudios ambientales.

Figura 5. Área de influencia de un medio



En los dos escenarios, la ejecución del proyecto ubicado en el punto *i* genera impactos ambientales significativos en los componentes A, B y C, que se manifiestan, respectivamente, en las áreas de influencia delimitadas con los colores verde, azul y rojo. El área de influencia del medio conformado por tales componentes está dada por la integración de dichas áreas de influencia, que en la figura se delimita con color amarillo. De forma análoga, la delimitación del área de influencia de un proyecto está dada por la integración de las áreas de influencia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

En la Figura 5 se ilustra de forma esquemática, la manera en que se integran espacialmente las áreas de influencia de una categoría ambiental para conformar el área de influencia de una categoría ambiental de mayor jerarquía, por ejemplo, cómo se integran las áreas de influencia de tres componentes para delimitar el área de influencia de un medio. Este esquema también aplica para la conformación de las áreas de influencia de los componentes a partir de la integración de las áreas de influencia de sus factores ambientales, así como para la delimitación del área de influencia del proyecto, obra o actividad a partir de las áreas de influencia de sus medios.

La delimitación del área de influencia es un proceso iterativo que inicia delimitando un área de influencia del proyecto, obra o actividad preliminar[87], soportada en una evaluación ambiental también preliminar, que toma como fundamento la información primaria y secundaria, de tipo cualitativo o cuantitativo, que en esta fase esté disponible.

El proceso continúa con la incorporación de información más detallada y precisa, y con el ajuste de las características de ubicación, trazado, ingeniería, tecnología y diseño del proyecto a fin de prevenir la generación de ciertos impactos, verificando de forma simultánea la manifestación espacial de los impactos ambientales significativos previstos en cada uno de los escenarios contemplados en el proceso iterativo, afinando gradualmente, la delimitación del área de influencia. Durante este proceso iterativo se verifica la significancia de los impactos identificados previamente, se descartan impactos que finalmente no tienen la significancia inicialmente considerada y se identifican nuevos impactos significativos que no fueron contemplados en fases previas, y resultado de ello, se ajusta la ubicación, extensión y forma del área de influencia que se delimitó de manera preliminar.

Esta sucesión de eventos de delimitación, caracterización y evaluación culmina cuando se delimita una única superficie que satisface tanto la definición de área de influencia de un proyecto, obra o actividad, como el objetivo del proyecto en estructuración, en la medida en que el área de influencia depende de las características propias de éste y de las condiciones ambientales específicas de la zona en la que se plantea su ejecución.

La delimitación del área de influencia de proyectos para los cuales al momento de la elaboración del EIA se desconoce la localización definitiva de las infraestructuras, obras y actividades, debe abordarse contemplando todos los posibles lugares de emplazamiento de tales infraestructuras, obras y actividades.

[87] Esta área de influencia preliminar se construye aplicando el procedimiento descrito con anterioridad a partir de áreas de influencia por factor o componente preliminares. Ver la Figura 5.

Con el propósito de orientar la obtención de una primera aproximación a la delimitación del área de influencia, en la Tabla 15 se relacionan algunas fuentes de información secundaria oficial, de uso generalizado para dicho fin, las cuales están clasificadas según el medio o el componente con el cual están relacionadas. Este listado de información no es exhaustivo, de manera que es posible emplear otras fuentes de información oficial que se consideren pertinentes para cada caso particular.

Tabla 15. Fuentes de información secundaria por medio o componente

Medio o componente	Fuente de información secundaria
Geológico	Mapa Geológico Colombia. Escala 1:100.000. Servicio Geológico Colombiano (SGC).
Geomorfológico	Mapa de Geomorfología de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Disponible en el Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial Nacional (SIGOT).
Edafológico	Mapa de Suelos del Territorio Colombiano. Escala 1:100.000, 1:25.000 y 1:10.000. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
Hidrológico	Zonificación y codificación de cuencas hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).
Hidrogeológico	Estudio Nacional del Agua. Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).
Medio biótico	Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) [mapa], Versión 2.1, escala 1:100.000, 2017. Ideam, Instituto Humboldt, IGAC, Invemar, Sinchi, IIAP, PNN & Minambiente. Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM). Invemar. Mapa de coberturas de la tierra. Escala 1:100.000. Ideam, Sinchi, PNN, IGAC, Minambiente.

Medio o componente	Fuente de información secundaria
Medio socioeconómico (aplica también para la información de contexto)	Instrumentos de ordenamiento territorial, ordenamiento y gestión ambiental (EOT, PBOT, POT, Pomca, Pomiuac, entre otros). Sistema de estadísticas territoriales. Departamento Nacional de Planeación (DNP). Bases de datos de información socioeconómica. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Planes de manejo de áreas protegidas del Sinap. Planes de manejo de ecosistemas estratégicos. Documentos y bases de datos de organizaciones internacionales como OCDE, CEPAL y ONU. Agencia Nacional de Tierras (ANT).

2.1 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

A continuación, se presentan los detalles del procedimiento general para delimitar el área de influencia del proyecto, obra o actividad; es importante señalar que es posible emplear cualquier otro procedimiento que se considere conveniente dadas las condiciones particulares del proyecto que se está estructurando y del ambiente que se vería afectado con su ejecución.

a) Localizar espacialmente el área por intervenir[88].

- Localizar espacialmente toda la infraestructura, obras y actividades asociadas y relacionadas con la preconstrucción (planeación, emplazamiento y adecuación), construcción, operación y desmantelamiento y cierre ambiental del proyecto.

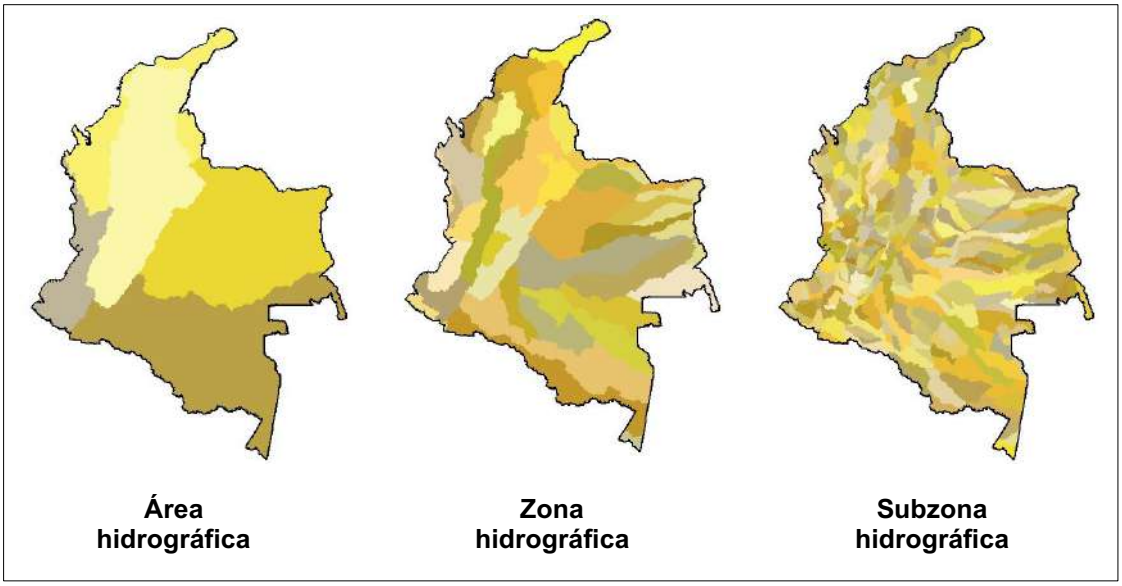
- Localizar espacialmente, de acuerdo con la demanda de recursos naturales renovables del proyecto, obra o actividad, los lugares de emplazamiento de infraestructura y otras obras y de la ejecución de todas las actividades asociadas con el uso y aprovechamiento de éstos, de

[88] El área por intervenir es aquella área ocupada por la infraestructura, las obras y las actividades que es necesario emprender para el desarrollo de un proyecto, obra o actividad; incluye las requeridas para el uso, aprovechamiento y afectación de los recursos naturales renovables.

acuerdo con los permisos, concesiones y autorizaciones ambientales que resulte necesario solicitar a la autoridad ambiental.

b) Determinar para cada factor o componente impactado[89], el tipo de unidad de análisis[90] en el que se verificará la manifestación de los impactos negativos del proyecto, obra o actividad. El tipo de unidad de análisis que se emplee depende del detalle de la información disponible; para el caso del componente hidrológico, son ejemplos de tipo de unidad de análisis, las áreas hidrográficas, las zonas hidrográficas, las subzonas hidrográficas, las cuencas, las subcuencas y las microcuencas (ver Figura 6).

Figura 6. Ejemplo de tipos de unidad de análisis



Adicionalmente, para el tipo de unidad de análisis seleccionado, se deben determinar las unidades del factor o del componente que serán objeto de estudio y harán parte del procedimiento de delimitación del área de influencia (ver Figura 7, recuadro 1).

En la Tabla 16 se mencionan ejemplos de tipos de unidades de análisis para diferentes componentes, y sus posibles fuentes de información secundaria.

[89] La categoría base para delimitar el área de influencia puede corresponder tanto al factor ambiental, como al componente ambiental.
[90] Las unidades de análisis son áreas geográficas que a una determinada escala son temáticamente homogéneas; presentan dimensiones concretas y son cartografiables.

c) Conformar, en caso de que ello resulte posible, unidades de análisis de menor tamaño que permitan delimitar con la mayor precisión posible el área en la cual se manifiestan los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución del proyecto, obra o actividad.

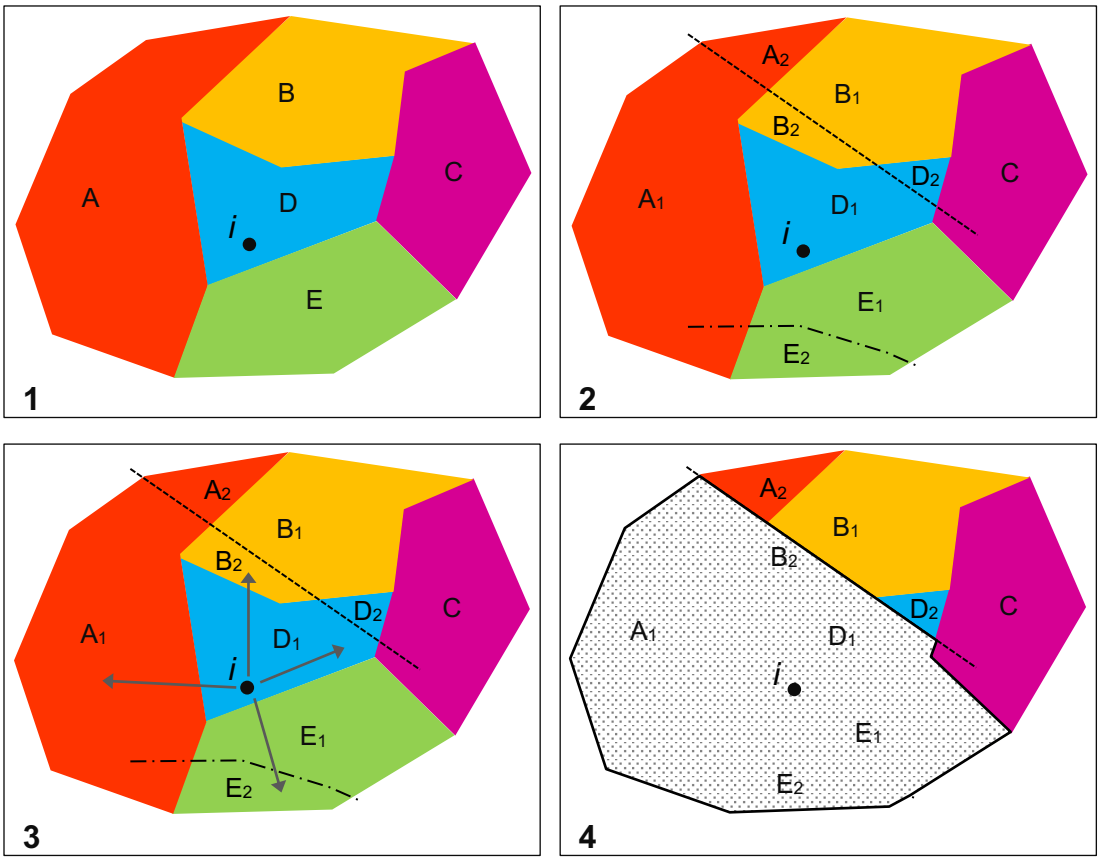
Para establecer unidades de análisis de menor tamaño se deben emplear *criterios de conformación* válidos para cada unidad de análisis. Los criterios de conformación son elementos del ambiente que pueden constituir una barrera a la manifestación de los impactos ambientales o bien, elementos del ambiente que pueden delimitar zonas con condiciones ambientales diferentes dentro de una misma unidad de análisis.

Los criterios de conformación deben establecerse a partir de estudios detallados de las unidades de análisis soportados en la obtención y procesamiento de información primaria y secundaria. En la Tabla 16 se mencionan ejemplos de criterios que pueden, de forma consistente, sustentar la conformación de unidades de análisis más precisas.

El éxito de este procedimiento no se refleja en la reducción del área *per se*, sino en el incremento de la precisión de la representación geográfica de la manifestación de los impactos (ver Figura 7, recuadro 2).

d) Determinar el conjunto de unidades de análisis en el que se manifiestan los impactos ambientales significativos negativos, teniendo en cuenta los resultados de la evaluación ambiental (ver Figura 7, recuadro 3). En este punto resulta especialmente importante tener presente, que la manifestación de los impactos depende de la sensibilidad ambiental de cada unidad y de las características de las presiones (aspectos ambientales) que se ejercen sobre ellas. La manifestación de los impactos ambientales significativos no se limita exclusivamente al área por intervenir, donde los impactos pueden evidenciarse de modo directo e inmediato, sino que ésta generalmente trasciende a otras áreas, actuando de manera indirecta, acumulativa y sinérgica, y prolongada en el tiempo.

Figura 7. Delimitación del área de influencia de un componente



1. Unidades de análisis (A, B, C, D y E) de un componente; **2.** Unidades de análisis divididas de forma objetiva en las unidades de análisis A_1, A_2, B_1, B_2, C, D_1, D_2, E_1 y E_2 mediante diversos criterios de conformación (líneas discontinuas); **3.** Determinación de las unidades de análisis en las que se manifiestan los impactos ambientales significativos de un proyecto, obra o actividad localizado en el punto *i*; **4.** Representación cartográfica de las unidades de análisis en las cuales se manifiestan los impactos ambientales significativos (A_1, B_2, D_1, E_1 y E_2), es decir, del área de influencia del componente.

Resulta necesario verificar que los límites de las unidades de análisis constituyan una barrera y que circunscriban a un entorno limitado la manifestación de los impactos ambientales significativos, recordando que tales unidades pudieron ser conformadas por criterios que señalan la existencia de elementos o fenómenos que constituyen obstáculos a la difusión de dichos impactos. Por ejemplo, un río empleado como criterio para afinar las unidades de análisis de un componente del medio biótico, puede limitar la manifestación de impactos en tal medio, pero podría no impedir la manifestación de cierto impacto socioeconómico en ambos costados de su corriente, a pesar de que tal río separe dos sectores de una misma vereda.

e) Representar cartográficamente[91] el área en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos de cada factor o componente, integrando las superficies de las unidades de análisis en las que se identificó la manifestación de dichos impactos (ver Figura 7, recuadro 4). En caso de que para un factor o componente se haya seleccionado más de un tipo de unidad de análisis, se debe asegurar que la delimitación contemple todas las unidades de análisis en las que se identificó la manifestación de impactos significativos.

f) Representar cartográficamente el área de influencia de cada uno de los componentes, integrando las superficies de las áreas de influencia de todos los factores que apliquen a cada caso. Esta actividad debe desarrollarse solamente cuando el procedimiento se basa en factores ambientales; si el procedimiento se basa en componentes ambientales, se debe obviar esta actividad.

g) Representar cartográficamente el área de influencia de cada uno de los medios, integrando las superficies de las áreas de influencia de todos los componentes que apliquen a cada caso (ver Figura 5).

h) Representar cartográficamente el área de influencia del proyecto, obra o actividad, integrando las superficies de las áreas de influencia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

El proceso de delimitación del área de influencia debe estar apoyado en el uso de software de procesamiento geoespacial, la modelización de sistemas, la validación de dichos modelos, los estudios de caso y el conocimiento de expertos, entre otras herramientas. En el estudio ambiental, se debe describir de forma clara y concisa el método empleado para delimitar el área de influencia, indicando los cálculos, funciones, ponderaciones y otras consideraciones o procesos de transformación de información geográfica que se utilizaron.

Para sintetizar mapas con diferentes unidades de análisis es posible aplicar operaciones espaciales como agregación, desagregación y estadística espacial, así como otras herramientas que permitan integrar información cuantitativa y cualitativa.

El estudio ambiental debe presentar, además del área de influencia del proyecto, obra o actividad, el área de influencia de cada factor o componente y medio; tales áreas

[91] La representación en un plano cartográfico de dos dimensiones debe reflejar mediante una proyección ortogonal el hecho de que los impactos ambientales de algunos factores o componentes no ocurren sólo en superficie, sino que también, pueden manifestarse en un espacio tridimensional o volumen (p. ej. en el océano, cuerpos de agua lénticos, atmósfera, entre otros).

deben estar debidamente sustentadas y cartografiadas a partir del procedimiento que se ejecute para su delimitación.

En el estudio ambiental y en el MAG que se presenten ante la autoridad ambiental, no se debe incorporar la información preliminar que se utilice, analice o genere durante el proceso de delimitación del área de influencia; en dicho documento y modelo, se debe estructurar únicamente la información referida al área de influencia definitiva de cada factor, componente, medio y del proyecto, obra o actividad. No obstante, es necesario argumentar técnicamente por qué los impactos ambientales significativos se manifiestan únicamente en las unidades de análisis seleccionadas, por qué no trascienden más allá de ellas y por qué los criterios de delimitación constituyen barreras que impiden que en otras unidades de análisis se manifiesten impactos ambientales significativos.

En la siguiente tabla, de forma ilustrativa, se señalan algunos tipos de unidades de análisis clasificados por componente y medio, ejemplos de criterios que pueden ser empleados para conformar unidades de análisis de menor tamaño y las fuentes de información secundaria o métodos a los que se puede abocar para delimitar el área de influencia.

Tabla 16. Tipos de unidades de análisis, criterios de conformación y fuentes de información secundaria y métodos de definición

Medio	Componente	Tipo de unidad de análisis	Criterios para conformar unidades de análisis de menor tamaño	Fuentes de información secundaria / métodos de definición
Abiótico	Geológico	Unidad geológica	Fallas geológicas, contactos, pliegues.	SGC
	Geomorfología	Geoformas, Unidades geomorfológicas	Cuerpos de agua, vías, tejido urbano.	IGAC, SGC, Ideam Métodos de identificación y clasificación geomorfológica –IGAC Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia –Carvajal (2012) Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos –Ideam (2013)

Medio	Componente	Tipo de unidad de análisis	Criterios para conformar unidades de análisis de menor tamaño	Fuentes de información secundaria / métodos de definición
	Suelos y uso de las tierras	Unidades cartográficas de suelos.	Cambios en el tipo de suelo asociados con la degradación, vocación, uso permitido y conflictos de uso; modelos matemáticos sobre movilidad del agua al interior del perfil.	IGAC
	Hidrológico	Áreas hidrográficas, Zonas hidrográficas, Subzonas hidrográficas, otras unidades hidrológicas más detalladas.	Comportamiento de la pluma de dilución. Cuerpos de agua aferentes. Divisorias de aguas.	Ideam Procedimiento de delimitación de unidades hidrológicas
	Hidrogeológico	Provincias hidrogeológicas, acuíferos hidrogeológicos.	Divisorias de aguas subterráneas, cuerpos de agua lóticos, litología y geología estructural (fallas geológicas y pliegues), y resultados de procesos de modelización numérica.	Ideam
	Oceanográfico	Determinadas a partir de modelización (no sólo en superficie -línea de marea- sino también en la columna de agua y sustrato marino).	Oleaje, corrientes marinas y mareas.	Dimar (CIOH y CCCP), NOAA, NASA.
	Atmosférico	Determinadas a partir de modelización.	Calidad del aire: condiciones meteorológicas, características de la emisión, receptores sensibles, condiciones iniciales del entorno y de frontera: concentración de fondo, topografía, usos del suelo y coberturas, entre otros que afectan la dispersión de los contaminantes y, por ende, las isolíneas utilizadas para la delimitación del área de influencia. Ruido: cantidad, tipo y ubicación de fuentes, sus principales características, potencia sonora, meteorología, topografía, inventario de fuentes, receptores de interés, entre otras variables que afectan la propagación de ruido y, por ende, las isófonas	Redes de monitoreo, CAR, Ideam, Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) de proyectos licenciados

Medio	Componente	Tipo de unidad de análisis	Criterios para conformar unidades de análisis de menor tamaño	Fuentes de información secundaria / métodos de definición
			(ver lineamientos del numeral 2.2.2).	
Biótico	Ecosistemas terrestres	Biomas, ecosistemas, coberturas de la tierra.	Vías, caminos, cercas vivas, cercas, mallas o estructuras similares. Cuerpos de agua (lóticos o lénticos).	Ideam, Instituto Humboldt, CAR, IGAC
	Ecosistemas acuáticos continentales y marino-costeros	Ecosistemas en áreas continentales y marinas, coberturas de la tierra en áreas continentales, cuerpos de agua (lóticos o lénticos), Áreas hidrográficas, Zonas hidrográficas, Subzonas hidrográficas, otras unidades hidrológicas más detalladas, otras unidades determinadas a partir de modelización.	Comportamiento de la pluma de dilución. Cuerpos de agua aferentes. Divisorias de aguas.	Ideam, Instituto Humboldt, Invemar, Dimar, CAR, IGAC
Socioeconómico	Demográfico	Unidades territoriales (municipios, corregimientos, veredas, sectores de vereda, barrios, inspecciones de policía, resguardos indígenas, territorios colectivos u otras unidades reconocidas administrativa o socialmente).	Fisiografía (ríos, divisorias de aguas), vías principales. Organizaciones sociales preexistentes legalmente reconocidas y con reconocimiento social (para definir sectores de vereda). Dinámicas relacionales con el territorio desde los grupos de interés.	DANE, IGAC, Mininterior, Planes de desarrollo (municipal y departamental), Instrumentos de ordenamiento territorial, Pomca, Pomiuac, cartografía social.
	Espacial			
	Político-organizativo			
	Económico			
	Cultural			
	Tendencias del desarrollo			
	Conflictividad socioambiental			

Las fuentes de información secundaria pueden emplearse para delimitar el área de influencia preliminar o para delimitar el área de influencia definitiva en caso de que su información presente la calidad requerida en los términos de referencia. Si la información secundaria no cumple con los requerimientos de calidad, las unidades de análisis y criterios de conformación (elementos espaciales que permiten conformar unidades de análisis) deben ser establecidos mediante información primaria revisada, procesada y verificada.

No todos los componentes del ambiente tienen unidades de análisis cuyos límites geográficos puedan definirse a primera vista o referirse a accidentes geográficos o a límites socialmente establecidos, pues algunos de ellos no son temporal ni espacialmente estáticos y, por el contrario, cambian rápidamente, tal como sucede con la atmósfera o los cuerpos de agua, por ejemplo. En tales casos, la determinación del tipo de unidad de análisis, la conformación de éstas mediante criterios y la identificación de las unidades de análisis en las que se manifiestan los impactos ambientales significativos, pasos b), c) y d) del procedimiento descrito anteriormente, son actividades que se realizan a la vez mediante modelizaciones.

Estos procesos de modelización deben emplear variables que capturen el dinamismo de los elementos del ambiente en cuestión y, a partir de éste y de las características y localización otros elementos del ambiente relacionados y de las actividades, obras e infraestructuras del proyecto, permitan señalar en dónde se manifiestan los impactos ambientales significativos.

En los numerales que siguen a continuación, se presentan lineamientos que orientan la determinación de las unidades de análisis de algunos de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico en las que se presentan impactos ambientales significativos, teniendo en cuenta que siempre se debe tomar como punto de referencia los escenarios más críticos de manifestación y trascendencia de los impactos ambientales significativos asociados al proyecto, obra o actividad.

2.2 LINEAMIENTOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL MEDIO ABIÓTICO

La delimitación del área de influencia de este medio debe considerar el análisis de la información primaria y secundaria que se deriva de la caracterización ambiental y, en caso de aplicar, el desarrollo de modelos analíticos, numéricos o estocásticos que permitan simular la distribución espacial de los impactos que se generan en todas las etapas del proyecto, obra o actividad sobre los diferentes factores o componentes que hacen parte de este medio.

La delimitación del área de influencia se debe adelantar a partir del escenario de modelización más crítico para el factor o componente analizado, es decir, de la simulación que contenga el impacto de mayor significancia; tal modelización debe tomar como referencia la normativa ambiental sobre niveles máximos permisibles de contaminación que esté vigente, en caso de existir.

La decisión de cuáles son los fenómenos y situaciones por modelizar, está dada por la determinación y evaluación de los impactos ambientales; se debe argumentar por qué se realiza o no un modelo determinado. En los casos en que no exista una norma de referencia nacional como punto de comparación, la delimitación de las áreas en las

cuales se manifiestan los impactos significativos, debe realizarse a partir de los atributos o procedimientos fijados en el método de evaluación ambiental de los impactos que haya sido establecido para el estudio ambiental, o bien, empleando como referencia estándares internacionales.

Algunos ejemplos de modelizaciones numéricas aplicables a la delimitación del área de influencia del medio abiótico son, la modelización de dispersión de las emisiones generadas por las fuentes asociadas al proyecto, obra o actividad y la modelización de los niveles de ruido ambiental para el componente atmosférico; la modelización de los vertimientos en agua superficial para el componente hidrológico y; la modelización para determinar el abatimiento o la calidad del agua subterránea para el componente hidrogeológico. Estos modelos deben ser formulados utilizando software especializado.

Adicional a las unidades de análisis y criterios señalados en la Tabla 16, a continuación, se presentan consideraciones particulares que se deben tener en cuenta para delimitar el área de influencia de algunos de los componentes del medio abiótico.

2.2.1 Hidrológico

Para la delimitación del área de influencia de este componente dada la manifestación de un impacto significativo ocasionado por una captación de agua, independiente si el agua que se capta es retornada parcial o totalmente al cuerpo de agua del cual ha sido extraída, el procedimiento debe incluir la totalidad del tramo o sección afectada (ello puede significar incluso una afectación aguas arriba), es decir, para una concesión de agua superficial, el área de influencia debe considerar las zonas en las que se manifiestan los impactos ambientales significativos (especialmente aguas abajo del punto en el que se proyecta el aprovechamiento); se deben justificar los criterios empleados para determinar dicha área de manifestación.

El área de influencia puede delimitarse mediante el análisis de los aportes de flujo base sumado a los aportes de otros drenajes, con el fin de establecer el tramo (aguas abajo) en el cual el cuerpo de agua recupera el caudal de interés a captar; para lo cual se debe tener como criterio, la variación de la curva de duración de caudales del cuerpo de agua, en su condición sin y con aprovechamiento aguas abajo de la concesión proyectada.

En el caso de un punto o franja de vertimiento, se debe incluir el punto o franja de la descarga, además de la zona de dispersión del contaminante derivado por las actividades del proyecto, obra o actividad, reconociendo que las intervenciones afectan potencialmente la sección de ambos costados. En todo caso, para actividades de vertimiento, el área de influencia corresponde a la pluma de dilución definida mediante procesos de modelización, hasta donde la concentración de contaminantes

deje de ser significativa y cumpla con la normativa de calidad del medio vigente o, si la calidad del medio no cumple con la misma, de acuerdo con las características actuales del cuerpo de agua.

2.2.2 Atmosférico

En las áreas continentales y/o zonas costeras, el área de influencia para el factor de calidad de aire corresponde al área por intervenir del proyecto, obra o actividad en el cual se localizan las fuentes de emisión (fuentes fijas puntuales, dispersas de área y/o lineales), unida al área o región que debido al desarrollo de sus actividades pueda presentar excedencia de los niveles máximos permisibles definidos en la norma de calidad del aire (ver Figura 8).

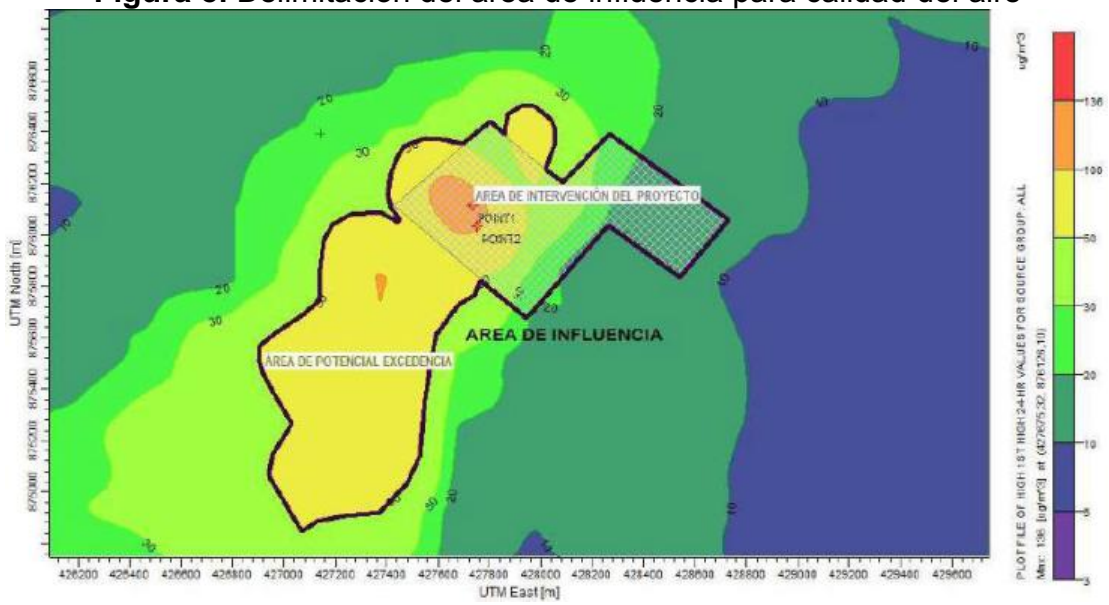
El área o región de potencial excedencia se debe determinar mediante un modelo de dispersión de emisiones[92] de las fuentes a ser emplazadas durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto sin medidas de manejo, considerando el escenario más crítico, bien sea por mayor operación, por condiciones meteorológicas adversas u otros que se identifiquen.

La delimitación del área o región de potencial excedencia corresponde al área que resulte de la isopleta (isolínea de concentración) de mayor extensión entre los contaminantes modelizados que iguale el nivel máximo permisible vigente (Resolución 2254 de 2017 y Resolución 1541 de 2013, o aquellas que las modifiquen o sustituyan), incluyendo la concentración de fondo[93] para los periodos de exposición anual o de mayor tiempo de exposición. Los contaminantes que se deben considerar como mínimo en la modelización son PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2 y aquellos que se relacionen en los términos de referencia. El SO_2, metales, las sustancias o mezclas de sustancias generadoras de olores ofensivos establecidas en la Resolución 1541 de 2013, modificada por la Resolución 672 de 2014, u otros contaminantes emitidos por las fuentes del proyecto en cada una de sus etapas, deben ser incluidos de acuerdo con las actividades del proyecto y la valoración de impactos.

92 Los modelos de dispersión a emplear pueden ser de tipo gaussiano, lagrangiano o eureliano. Es posible el uso de modelos aprobados por la EPA, como AERMOD para aplicaciones de uso general y, CALPUFF en contextos específicos como terreno complejo o transporte a larga distancia. Asimismo, se deben aplicar las indicaciones establecidas en la *Guía de modelación de calidad del aire* desarrollada por Minambiente que sean aplicables al caso de modelización. En cualquier caso, la selección del modelo se debe sustentar técnica y científicamente.

93 Se refiere a la concentración ambiental existente de un contaminante atribuida a fuentes no incluidas en el inventario de emisiones modelado, como fuentes naturales, regionales o lejanas (Appendix W to Part 51 – Guideline on Air Quality Models. Title 40 CFR, updated as of September 29, 2025), Section 8.3.1–8.3.2. – U.S. EPA). En caso de no contar con información proveniente de estaciones de SVCA permanentes, es posible utilizar otra información disponible de la caracterización de línea base, siguiendo los lineamientos que establece la normatividad vigente.

Figura 8. Delimitación del área de influencia para calidad del aire



Fuente: ANLA -2025.

Por su parte, la delimitación del área de influencia del factor ambiental ruido se debe basar en modelos de emisiones sonoras formulados a partir de las fuentes involucradas en el proyecto, obra o actividad de acuerdo con lo establecido en el numeral 7.5 de este capítulo.

La delimitación del área de influencia del factor ruido, corresponde a la isófona generada para los indicadores LAeq,día y LAeq,noche para el escenario crítico del proyecto que represente el estándar máximo permisible más estricto menos 6 dB(A) en relación con el uso de suelo oficial donde se plantea emplazar el proyecto, obra o actividad. Por ejemplo, para un límite máximo de 75 dB(A), la isófona que delimita el área de influencia debe ser la asociada a la de 69 dB(A); la Figura 9 ejemplifica dicha situación. Lo anterior teniendo en cuenta que, para un límite máximo establecido, un nivel de ruido igual o superior a éste ya presenta un aporte de energía sonora en el entorno, reflejado en la manifestación de un impacto ambiental.

Figura 9. Determinación del área de influencia para ruido

Fuente: ANLA -2025.

2.3 LINEAMIENTOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL MEDIO BIÓTICO

Este numeral brinda orientaciones para determinar las unidades de análisis de los factores o componentes del medio biótico que pueden ser impactadas de forma significativa por un proyecto, obra o actividad.

Tales orientaciones, ordenadas procedimentalmente, corresponden a: i) verificación de la posibilidad de que una unidad de análisis sea impactada dadas sus condiciones intrínsecas, ii) determinación del alcance de la manifestación de los impactos y, iii) consideración de la conectividad ecológica como elemento para determinar impactos significativos, en caso de aplicar.

Antes de mencionar estas orientaciones, es importante reconocer que los impactos que un proyecto, obra o actividad puede generar sobre un ecosistema no son solamente los que se evidencian de manera inmediata por la intervención o cambio de una cobertura vegetal en el área por intervenir, sino que dadas las relaciones complejas de sus elementos y procesos ecológicos, los impactos también pueden ser indirectos y sinérgicos y alterar por ejemplo, la conectividad ecológica, la distribución de especies de fauna silvestre en áreas aledañas y en general, el flujo de materia e información a través de los ecosistemas.

Por lo anterior, resulta fundamental que las unidades de análisis que se seleccionen para la delimitación del área de influencia permitan evidenciar las características de composición, estructura y función de los ecosistemas, especialmente de elementos que los hacen sensibles como las especies con distribución restringida o hábitats con condiciones muy peculiares que puedan resultar impactados.

A este respecto, es importante tener en cuenta que las comunidades faunísticas se relacionan con las coberturas de la tierra y los ecosistemas terrestres y acuáticos, de acuerdo con la oferta de alimento y la posibilidad de desplazamiento que éstos proveen y que son esenciales para su subsistencia; por ello, la delimitación del área de influencia del medio biótico debe considerar la forma en que el proyecto altera las relaciones entre la continuidad de las coberturas y ecosistemas presentes, los rangos de hogar de las especies de fauna silvestre de mayor importancia y los corredores de movilidad para las especies, entre otros.

A continuación, se señalan las orientaciones que se deben tener en cuenta para seleccionar las unidades de análisis que harán parte del área de influencia:

2.3.1 Verificación de la posibilidad de que una unidad de análisis sea impactada

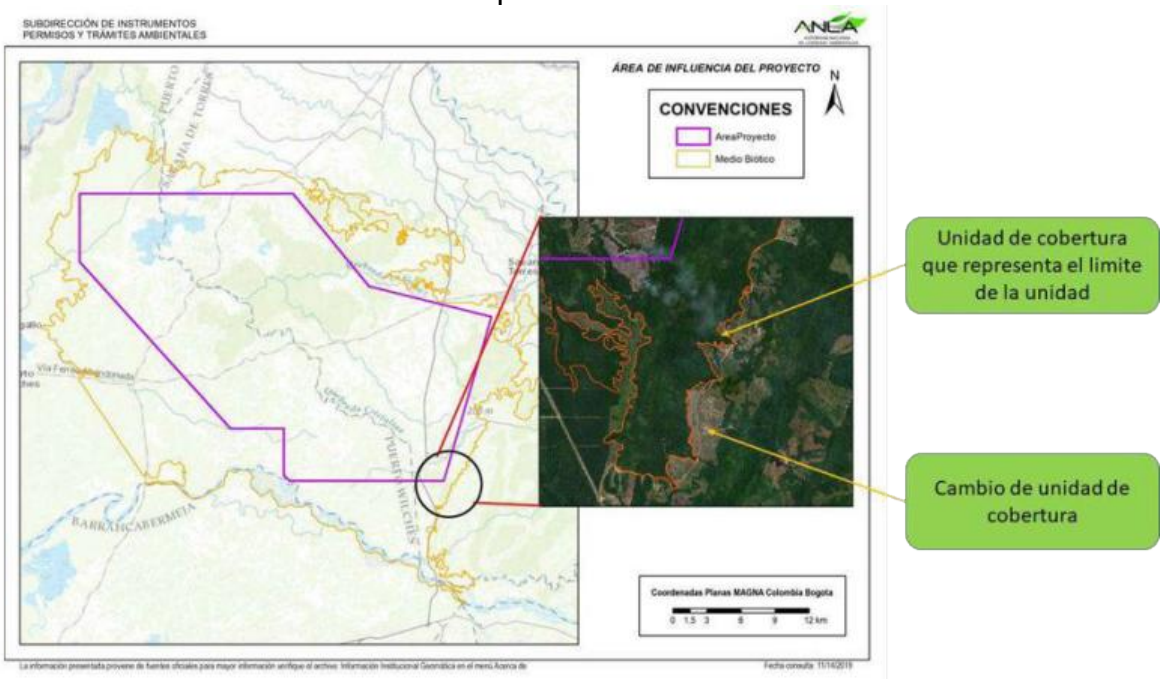
Una vez se seleccionan y dividen las unidades de análisis (que como se muestra en la Tabla 16 pueden ser ecosistemas o unidades de cobertura de la tierra) en unidades más pequeñas, si ello es posible, se debe determinar si dada la naturaleza de tales unidades es posible que en ellas se presente el impacto ambiental objeto de estudio; por ejemplo, una alteración en la distribución de cierta especie silvestre podría presentarse en áreas con coberturas naturales o poco intervenidas, pero no en áreas urbanas o muy alteradas.

2.3.2 Determinación del alcance de la manifestación de los impactos

Es necesario verificar que en las unidades de análisis que por su naturaleza pueden ser impactadas, efectivamente se presente el impacto que genera el proyecto, obra o actividad evaluando la capacidad del impacto de trascender de una unidad a otra, considerando para ello las barreras que pueden impedir su manifestación y la forma en que se dispersan o absorben.

Tales barreras que limitan la manifestación de los impactos pueden ser unidades de análisis que no pueden ser alteradas por tales impactos[94] o elementos calificados como criterios de conformación (elementos que tienen la capacidad de dividir unidades de análisis y de esta forma reconfigurarlas, por ejemplo vías, su infraestructura asociada, o drenajes permanentes), que dada su ubicación y características actúan como obstáculos y pueden impedir la manifestación del impacto en unidades de análisis adyacentes (ver Figura 10 y Figura 11).

Figura 10. Cambios de cobertura de la tierra que interrumpen la manifestación de un impacto ambiental



Fuente: ANLA. Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales – 2020.

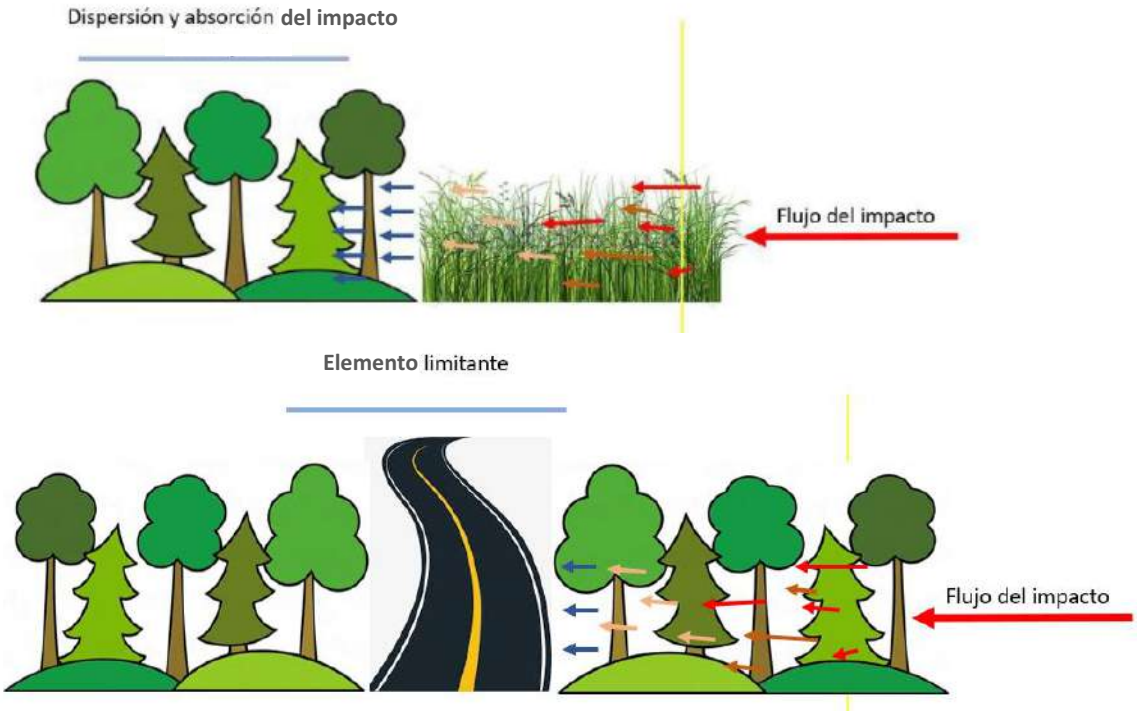
Siempre se debe evaluar que el cambio de una unidad de análisis a otra implique realmente una interrupción del impacto ambiental, pues a pesar de que exista un cambio de coberturas o ecosistemas, es posible que el impacto ambiental se manifieste en ambas unidades. De allí la importancia de estudiar en cada unidad las relaciones que existen entre sus condiciones ambientales y las presiones que generan las actividades impactantes (aspectos ambientales); es necesario argumentar las razones por las cuales se determina que un cambio de unidad o la

[94] Teniendo en cuenta que de un ecosistema a otro hay diferencias en composición, estructura y función, y que distintas coberturas de la tierra pueden reflejar tales diferencias, es posible asumir que los límites de las unidades de análisis seleccionadas (p. ej. ecosistemas o coberturas de la tierra), pueden generar interrupciones a los impactos ambientales.

presencia de un criterio de conformación implica la interrupción del impacto analizado.

Asimismo, al estudiar el alcance de manifestación de los impactos es importante establecer la forma en que una misma cobertura o ecosistema se comporta como un filtro que dispersa o absorbe los impactos ocasionados por un proyecto, obra o actividad, y definir cómo dicha propiedad de reducción progresiva del impacto se conjuga con cambios de coberturas o ecosistemas y con la presencia de criterios de conformación para acotar la manifestación de impactos o reducir su significancia (ver Figura 11).

Figura 11. Dispersión y absorción de impactos, y Criterios de conformación que limitan la manifestación de impactos



Fuente: ANLA. Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales – 2021.

Tanto para unidades de coberturas como para unidades de ecosistemas, las cuales pueden ser terrestres o acuáticas (continentales, marinas o marino-costeras), es posible iniciar el proceso estudiando las unidades de análisis localizadas en el área por intervenir, la cual corresponde a la zona en la que ocurre el disturbio de forma directa, y a partir de allí establecer la continuidad de las diferentes unidades que conforman los factores o componentes del medio y determinar cuáles de ellas efectivamente se impactan considerando sus características y las del proyecto, obra

o actividad; en otras palabras, definiendo el alcance espacial de los impactos ambientales.

En contextos marinos y oceánicos se debe considerar que el área de influencia corresponde a la proyección en la superficie de los impactos que suceden a diferentes profundidades, es decir, de los impactos que ocurren tanto en la columna de agua, donde se presenta una variación en la distribución de las poblaciones y comunidades, como en los ecosistemas del lecho marino (por ejemplo, pastos marinos y corales). La determinación de impactos ambientales en estos ambientes puede basarse, por ejemplo, en modelos de dispersión de contaminantes y de sus impactos sobre los ecosistemas y comunidades.

En el caso de la hidrobiota, la determinación del alcance de los impactos para delimitar del área de influencia debe considerar lugares de relevancia según la comunidad analizada; por ejemplo, para la ictiofauna estos lugares pueden corresponder a sitios de desove, zonas vivero y de alimentación. De otra parte, y teniendo en cuenta que las características de la hidrobiota están ligadas a las condiciones de los ecosistemas acuáticos, la delimitación del área de influencia debe basarse principalmente en las alteraciones al hábitat, dados los cambios en las condiciones fisicoquímicas y en la oferta hídrica para el desarrollo de las comunidades hidrobiológicas que genera el proyecto, obra o actividad.

Así, el alcance de los impactos sobre la hidrobiota puede ser determinado a través de la alteración de la calidad de hábitat, la alteración de calidad del agua, el cambio en la dinámica hidrológica de los cuerpos de agua (p. ej. variación de caudales o niveles de agua), los cambios morfológicos, la alteración de la vegetación riparia, la modificación de las relaciones con los ecosistemas aledaños, la alteración de su distribución y cobertura espacial, entre otras. Estos cambios se evidencian, por ejemplo, mediante indicadores biológicos para el ecosistema acuático analizado.

De otra parte, para determinar las unidades de análisis en las cuales se presentan impactos ambientales significativos, además de elementos como la distribución espacial de coberturas o ecosistemas, es importante considerar variables como la conectividad ecológica.

La *conectividad ecológica es un elemento complementario que debe emplearse, en caso de aplicar*, dado que señala condiciones importantes sobre la sensibilidad del área objeto de estudio al incorporar dentro de sí elementos como la distribución potencial de las especies y posibilitar la determinación de áreas de importancia para la movilidad de las especies de fauna silvestre.

La conectividad ecológica permite determinar unidades de análisis que aun cuando a primera vista parezcan aisladas o inconexas, en realidad forman una unidad que,

si resulta impactada de forma significativa, debe incorporarse en su totalidad al área de influencia.

Es decir, esta variable constituye un tipo de información que ayuda a establecer qué unidades de coberturas de la tierra o de ecosistemas hacen parte del área de influencia en función de especies que posiblemente habiten allí y de la importancia de tales unidades para la conectividad ecológica de la zona.

A continuación, se señalan algunos lineamientos generales para incorporar la conectividad ecológica al proceso de delimitación del área de influencia.

2.3.3 Conectividad ecológica

La conectividad ecológica es un criterio complementario para la delimitación del área de influencia que debe aplicarse en caso de que se prevean impactos significativos sobre esta cualidad del territorio. La conectividad permite determinar zonas que se comportan como una unidad a pesar de que espacialmente, a simple vista, se evidencien como unidades independientes; además, facilita la determinación de impactos ambientales significativos al hacer evidentes áreas de importancia para la conectividad ecológica. Es decir, permite afinar la delimitación de unidades de análisis y establecer en cuáles de ellas se presentan impactos ambientales significativos dadas las características y actividades del proyecto.

Debe existir claridad en que la determinación de la conectividad ecológica en el marco del licenciamiento ambiental no se desarrolla mediante estudios exhaustivos de las relaciones funcionales en los ecosistemas; la aproximación propia de este ámbito se basa en información registrada en la caracterización ambiental, tal como la referida a modelos de distribución de especies (cuando estén disponibles), coberturas de la tierra, presencia de especies de fauna y flora silvestre y preferencias de hábitat. Es esta conectividad ecológica[95] es a la que se deben referir los estudios ambientales.

Como punto de partida, se debe desarrollar o aplicar un modelo que estime las áreas en las que potencialmente puede encontrarse una especie de importancia, relacionando los registros sobre su avistamiento con información sobre la localización espacial de los hábitats que le resulten óptimos[96].

[95] Entendida como la descripción del grado en que los paisajes facilitan o impiden el movimiento de organismos y procesos, de acuerdo con lo expuesto por Ament et al. (2014).
[96] Asimismo, es posible emplear los BioModelos, una aplicación web para la consulta y descarga de información geográfica sobre la distribución de especies de Colombia, desarrollada por el Laboratorio de biogeografía aplicada del Instituto Humboldt (disponible en: http://biomodelos.humboldt.org.co/).

Para ello, se requiere información geográfica primaria o secundaria[97] sobre el avistamiento de la especie o del grupo de especies seleccionado para la elaboración del modelo, así como sobre variables ambientales que permitan localizar sus hábitats idóneos (p. ej. clima, coberturas de la tierra, topografía, conectividad ecológica, distribución de presas) y que, por tanto, puedan emplearse como predictores de su distribución.

En el numeral 4.2.2.3.2 del capítulo III de este documento, se desarrollan de forma detallada los lineamientos para determinar las especies con mayor importancia, las coberturas de la tierra que resultan fundamentales para el desarrollo de los procesos ecológicos de tales especies y la permeabilidad del paisaje en relación con la movilidad de éstas, así como el procedimiento general para establecer la conectividad ecológica, y se brindan algunos elementos para seleccionar los índices de cuantificación y para interpretar espacialmente la información generada (matriz de resistencia, teoría de grafos, análisis de redes, entre otros).

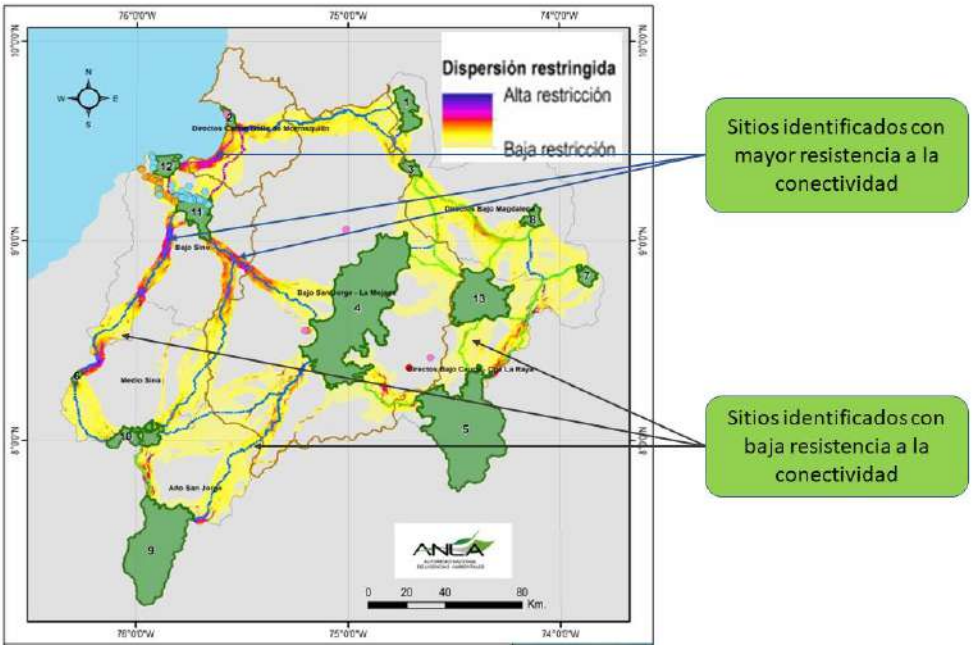
Se debe tener en cuenta que los índices que resultan del modelo de conectividad ecológica informan y permiten determinar espacialmente diferentes cualidades de las áreas o parches de importancia para la conectividad; por ejemplo, señalan si los parches configuran un hábitat, si son receptores de fauna, o si constituyen áreas fuente o puntos de paso. Esta información puede complementarse con datos sobre el desplazamiento de la fauna silvestre y la resistencia de las superficies a fin de determinar zonas “embudos” (zonas donde la movilidad se restringe por elementos del paisaje) que evidencien las dinámicas de la fauna, los lugares que pueden representar barreras para su desplazamiento y los corredores con mayor potencial de conectividad ecológica (ver Figura 12).

Asimismo, es necesario prever de qué manera las actividades e infraestructuras del proyecto, obra o actividad, de acuerdo con la forma en que se ejecutan y emplazan en el paisaje, alteran de forma directa o indirecta las áreas de importancia para la conectividad ecológica, así como estimar si tales alteraciones constituyen un impacto ambiental significativo según como modifican la resistividad general del paisaje e impiden el tránsito y desarrollo normal de los procesos ecológicos de la fauna y flora silvestres.

Si se identifica un área de importancia para la conectividad impactada de forma significativa, ésta debe ser incorporada totalmente al área de influencia, aun cuando en análisis preliminares basados en la afectación de coberturas o ecosistemas y en la verificación de barreras a los impactos se haya reconocido un área diferente.

[97] Puede recurrirse, por ejemplo, a las bases de datos Global Biodiversity Information Facility (GBIF) y Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia).

Figura 12. Áreas de importancia para la conectividad funcional potencial



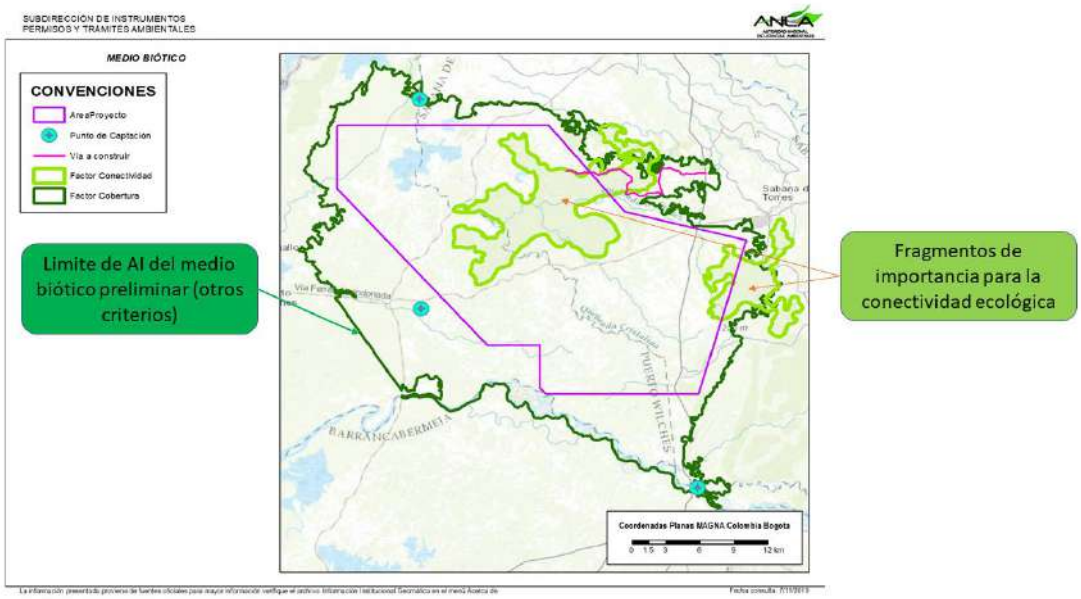
Fuente: ANLA. Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales – 2020.

En textos especializados se pueden encontrar herramientas adicionales para la determinación y evaluación de impactos, tales como los modelos espaciales que estudian los impactos en fauna silvestre por el efecto de borde, la fragmentación, la luz, el ruido y las vibraciones antropogénicas, la colisión y el atropellamiento[98], entre otros.

En las figuras Figura 13 y Figura 14, es posible evidenciar cómo la determinación de áreas de importancia para la conectividad ecológica permite delimitar un área de influencia de forma más consistente con los procesos funcionales de los ecosistemas (abordados de forma aproximada), donde de no haber contemplado el criterio de conectividad ecológica potencial, una zona importante para la conectividad ecológica habría quedado fuera del área de influencia.

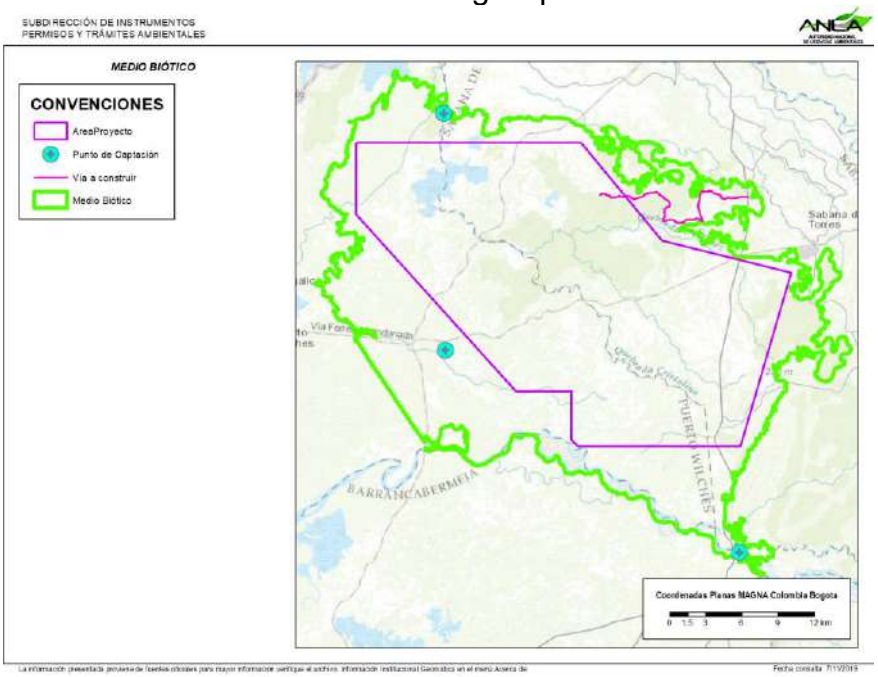
[98] Ver por ejemplo los estudios de Schneider-Maunoury et al. (2016) y de Urbina-Cardona et al. (2006) sobre el efecto de borde en anfibios y reptiles; de Stratford y Stouffer (2015) y de Vetter et al. (2013) sobre el efecto de la fragmentación en aves y; de Azam et al. (2016), Bennie et al. (2015), Eisenbeis y Hänel (2009), Lyytimäki (2013) y Rowse et al. (2016) sobre el efecto de la luz en la fauna silvestre.

Figura 13. Área de influencia preliminar y fragmentos de importancia para la conectividad ecológica potencial



Fuente: ANLA. Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales – 2020.

Figura 14. Área de influencia resultante de la integración del criterio de conectividad ecológica potencial



Fuente: ANLA. Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales – 2020

2.4 LINEAMIENTOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Para la delimitación del área de influencia del medio socioeconómico es preciso tener en cuenta que la unidad de análisis propia de este medio es la unidad de análisis territorial, y que ésta es aplicable a todos los factores o componentes del medio (demográfico, espacial, económico, cultural, político organizativo, tendencias de desarrollo y conflictividad socioambiental), de modo que puede haber coincidencia entre las áreas de influencia de sus factores o componentes.

Las unidades de análisis del medio socioeconómico corresponden entonces (en áreas terrestres), a veredas, sectores de vereda, barrios, corregimientos municipales, resguardos indígenas, territorios colectivos, rancherías[99], parcialidades indígenas[100], formas de ocupación étnica reconocidas legal y constitucionalmente[101] u otras unidades reconocidas administrativa o socialmente (p. ej. zonas de reserva campesina o territorios campesinos agroalimentarios).

Asimismo, de acuerdo con las características del proyecto, obra o actividad, es posible que los impactos ambientales que éste genera sobre el medio socioeconómico se manifiesten en la totalidad del municipio, en cuyo caso es posible considerar esta entidad territorial en su totalidad como unidad de análisis para la delimitación del área de influencia. Así las cosas, el área de influencia del medio socioeconómico puede coincidir con la división político-administrativa de los entes territoriales reconocidos legalmente (veredas, sectores de vereda, barrios, corregimientos municipales o municipios[102]).

Cuando la información no tenga la claridad o calidad suficiente, es posible delimitar las unidades de análisis territorial a partir de criterios socioeconómicos, teniendo en cuenta las condiciones fisiográficas de la zona, siempre y cuando las áreas que resulten de dicha delimitación correspondan a unidades territoriales ya sea, con

[99] Tipo de poblamiento de la comunidad indígena Wayuu, que se caracteriza por ser un conjunto de viviendas en la zona rural asociado a su concepción territorial y de asentamiento familiar (Saldarriaga, 2019).
[100] De acuerdo con el Artículo 2 del Decreto 2164 de 1995, una parcialidad indígena es un grupo o conjunto de familias de ascendencia amerindia, que tienen conciencia de identidad y comparten valores, rasgos, usos o costumbres de su cultura, así como formas de gobierno, gestión, control social o sistemas normativos propios que la distinguen de otras comunidades, tengan o no títulos de propiedad, o que no puedan acreditarlos legalmente, o que sus resguardos fueron disueltos, divididos o declarados vacantes.
[101] Resguardos de origen colonial; Territorios indígenas en áreas no municipalizadas según el Decreto 632 de 2018, o aquella norma que lo modifique o sustituya; Territorios indígenas constituidos según el Decreto 488 de 2025, o aquella norma que lo modifique o sustituya.
[102] Sus definiciones pueden ser consultadas en el glosario de este documento.

reconocimiento legal previo a la elaboración del EIA, o con reconocimiento social de los pobladores del sector previo a la elaboración del EIA.

Se debe señalar que el predio no puede ser considerado como una unidad de análisis territorial, por cuanto es un inmueble perteneciente a personas naturales o jurídicas, en el que no se establecen relaciones de tipo comunitario, ni se promueven la organización y el desarrollo social. Por tanto, el estudio de los predios está asociado al de la unidad de análisis territorial que los contiene y debe referirse únicamente a sus características y a las de las personas o familias que en ellos habiten, así como a los impactos que puedan experimentar dada la ejecución del proyecto, obra o actividad.

Es posible delimitar las unidades de análisis territorial teniendo en cuenta criterios asociados a las condiciones fisiográficas de la zona, siempre y cuando las áreas que resulten de dicha delimitación estén asociadas a expresiones sociales, como la presencia de organizaciones orientadas al desarrollo social, económico y cultural y al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Asimismo, en caso de que la información oficial esté desactualizada, o de que existan otras características de su calidad que limiten la determinación objetiva de las unidades de análisis territorial, se deben emplear estrategias participativas como la cartografía social a fin de obtener información detallada y actualizada sobre límites territoriales para la representación cartográfica del área de influencia. La cartografía social permite validar de manera colectiva y comunitaria límites territoriales, así como establecer las dinámicas poblacionales, económicas y culturales del territorio.

En caso de emplear ejercicios de cartografía social para definir las unidades de análisis del medio socioeconómico, éstos deben estar debidamente soportados en el estudio ambiental.

De otra parte y con el propósito de determinar qué unidades de análisis territorial pueden resultar alteradas dada la ejecución de un proyecto, obra o actividad, es necesario analizar y evaluar la forma en que los impactos ambientales que éste genera en los factores o componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico inciden sobre los factores o componentes socioeconómicos, así como tener en cuenta las relaciones existentes y dinámicas propias de los territorios que se verían alterados por las nuevas relaciones sociales, económicas y culturales que se conformarían. Lo anterior permite desarrollar un estudio integral de las condiciones de las unidades territoriales del medio socioeconómico que pueden conformar del área de influencia.

Se debe tener en cuenta que no siempre es posible representar cartográficamente los impactos que un proyecto, obra o actividad puede generar sobre los factores o componentes del medio socioeconómico. Es el caso de la generación de expectativas y de algunos tipos de conflictos que, si bien no tienen una clara correspondencia geográfica, deben circunscribirse a una unidad de análisis que permita espacializarlos en conjunto y de forma coherente con los demás impactos de este medio.

Una vez se identifiquen las unidades de análisis territorial que se prevea pueden ser impactadas por el proyecto, obra o actividad se debe aplicar un conjunto de consideraciones que permita establecer si los impactos que allí se manifiestan resultan ser significativos y, por tanto, definitorios del área de influencia de cada factor o componente. A continuación, se presentan las consideraciones generales para determinar tales unidades de análisis territorial y así delimitar el área de influencia de los factores o componentes del medio socioeconómico:

- Manera en que los impactos ambientales previstos para los medios abiótico y biótico afectan a la población, sus relaciones económicas, sociales y culturales y la conflictividad socioambiental presentes en una o varias unidades de análisis territorial, según sea el caso. Por regla general, los impactos ambientales significativos del medio abiótico y biótico están contenidos dentro de las unidades de análisis territorial identificadas para el medio socioeconómico.

- Formas de división político-administrativa del territorio, así como organizaciones sociales con referencia territorial reconocida.

- Manifestación de impactos ambientales sobre las formas de asentamiento de la población (nucleada o dispersa).

- Manifestación de impactos ambientales sobre la infraestructura socioeconómica para la prestación de servicios públicos (abastecimiento de agua, saneamiento básico, energía), servicios sociales (educación, salud, recreación), entre otros.

- Manifestación de impactos ambientales sobre sitios y prácticas de interés cultural, religioso, turístico y recreativo.

- Manifestación de impactos ambientales sobre puntos clave para el desarrollo de actividades económicas (sitios de comercialización, provisión de insumos, servicios técnicos, entre otros).

- Formas de uso y aprovechamiento de los recursos naturales por parte de los grupos de interés y dependencia de las actividades locales a tales recursos.

- Existencia de impactos ambientales en los medios abiótico, biótico y socioeconómico que se identifiquen en áreas con presencia de comunidades étnicas que deban ser considerados dentro de la evaluación ambiental.

- En el ámbito marino, donde no existen figuras de división territorial como municipios, corregimientos municipales o barrios, se deben considerar como unidades de análisis territorial para la delimitación del área de influencia aquellas zonas en las que se desarrollan actividades económicas de subsistencia (como la pesca artesanal o el turismo local), rutas de navegación, dinámicas culturales o sociales asociadas al mar y otros usos del espacio marítimo por parte de las comunidades que puedan resultar impactados por el proyecto, obra o actividad. Para delimitar estas áreas, es posible utilizar información oficial de entidades competentes (Aunap, Dimar, Invemar, entre otras), así como herramientas participativas como la cartografía social marina.

2.5 LINEAMIENTOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA REFERIDA AL PAISAJE

Para la delimitación del área de influencia del paisaje, que integra elementos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, se debe tomar como base las unidades de paisaje y sobre éstas, integrar los demás elementos que lo conforman.

En primer lugar, se deben determinar las áreas en las que se materializan los impactos visuales a través de un análisis de visibilidad, tomando como referencia la ubicación espacial de las actividades, obras e infraestructuras asociadas al proyecto, considerando la escala visual o plano[103] donde se pueden presentar los impactos significativos al paisaje.

Posteriormente, se debe determinar el área visible desde diferentes puntos de observación, contenidos en el área definida previamente, estableciendo la localización del observador de acuerdo con la información sobre posibles sitios de tránsito de personas, sitios de interés paisajístico, entre otros.

Los modelos empleados para el análisis de visibilidad en los dos escenarios deben contemplar las condiciones físicas y bióticas del área, incluyendo como mínimo el relieve (p. ej. a partir de modelos de digitales de terreno) y la cobertura de la tierra.

[103] Ver por ejemplo Morláns (2005) y USDA (1995). Tener en cuenta que los rangos de distancia deben ser establecidos de acuerdo con las características y naturaleza del proyecto, específicamente, con la magnitud espacial de las obras e infraestructuras propuestas.

Los resultados de las modelizaciones deben integrarse en un análisis de intervisibilidad que identifique las áreas donde una determinada acción del proyecto, obra o actividad es visible desde los puntos de observación.

La modelización de todos los posibles puntos de observación desde donde una determinada acción del proyecto, obra o actividad es visible, constituye el principal insumo para la delimitación del área de influencia para el paisaje, el cual debe ser refinado a partir de los resultados de la evaluación ambiental relacionados con el grado de significancia de los impactos sobre el paisaje fisiográfico y geomorfológico, las coberturas de la tierra, la calidad y fragilidad del paisaje, el atractivo escénico del paisaje y la percepción social del paisaje de los grupos de interés (que depende, entre otros, de los valores simbólicos, históricos e identitarios del territorio).

3. LINEAMIENTOS DE PARTICIPACIÓN CON LOS GRUPOS DE INTERÉS

Los lineamientos de participación que se establecen en este apartado desarrollan las directrices definidas en la Constitución Política, en los acuerdos internacionales ratificados por Colombia y en la normativa vigente en materia de derechos humanos, acceso a la información, participación ambiental y enfoque diferencial. Fundamentalmente, los acuerdos internacionales y normas que se toman en consideración son la Convención Americana sobre Derechos Humanos[104], la Carta mundial de la naturaleza[105], el principio 10 de la Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo de 1992[106], el Programa 21[107], la Convención sobre la

[104] Particularmente sus artículos 4, 5 y 23.1. (literal a). La interpretación de estos artículos en el contexto de la protección del ambiente y del cumplimiento de las obligaciones internacionales de Colombia asociadas a la protección de los derechos humanos, se basó en la Opinión consultiva 23 para Colombia de la Corte interamericana de derechos humanos (CIDH, 2017).

[105] Adoptada y proclamada en 1982 por la Resolución 37/7 de la Asamblea General de las Naciones Unidas. Ver especialmente el numeral 23 "*Toda persona, de conformidad con la legislación nacional, tendrá la oportunidad de participar, individual o colectivamente, en el proceso de preparación de las decisiones que conciernan directamente a su medio ambiente y, cuando éste haya sido objeto de daño o deterioro, podrá ejercer los recursos necesarios para obtener una indemnización*".

[106] Según el cual "*El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre estos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes"*.

[107] Acuerdo conocido como Agenda 21, aprobado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo que se reunió en Río de Janeiro en 1992, cuyo capítulo 23.2 señala

Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW), la Convención sobre los Derechos del Niño, el Convenio 169 de la OIT, la Declaración de las Naciones Unidas sobre Derechos de los Pueblos Indígenas, la Ley 99 de 1993[108], la Ley 1437 de 2011[109], la Ley Estatutaria 1712 de 2014[110], la Ley 1755 de 2015[111], la Ley 2273 de 2022[112], el Decreto 1094 de 2024[113] y el Decreto 1275[114] de 2024, o aquellas que las modifiquen o sustituyan.

Este marco determina las disposiciones constitucionales, legales y jurisprudenciales que reconocen la participación como derecho fundamental y garantizan la intervención de los grupos de interés en las decisiones sobre el ambiente, el territorio y sus medios de vida, atendiendo los principios de igualdad material, no discriminación, diversidad étnica y cultural, equidad de género, interculturalidad, transparencia, buena fe y debida diligencia en derechos humanos.

---

que "*Uno de los requisitos fundamentales para alcanzar el desarrollo sostenible es la amplia participación de la opinión pública en la adopción de decisiones. Además, en el contexto más concreto del medio ambiente y el desarrollo, se ha hecho evidente la necesidad de emplear nuevas formas de participación. Se trata de la necesidad de que las personas, los grupos y las organizaciones participen en los procedimientos de evaluación del impacto ambiental, conozcan el mecanismo de adopción de decisiones y participen en él, sobre todo cuando exista la posibilidad de que esas decisiones afecten a las comunidades donde viven y trabajan. Toda persona, grupo u organización debería tener acceso a la información relativa al medio ambiente y el desarrollo con que contaran las autoridades nacionales, incluso a la información acerca de productos y actividades que tuvieran consecuencias importantes para el medio ambiente o hubiera probabilidades de que las tuvieran, así como a la información sobre las medidas de protección del medio ambiente*".

[108] Que en su artículo 74 establece el derecho de petición en materia ambiental.

[109] Que expide el Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo y que en su artículo 3 establece que las actuaciones administrativas deben desarrollarse mediante los principios de debido proceso, igualdad, imparcialidad, buena fe, moralidad, participación, responsabilidad, transparencia, publicidad, coordinación, eficacia, economía y celeridad.

[110] Que regula el derecho fundamental de acceso a la información pública.

[111] Que regula el derecho fundamental de petición.

[112] Por medio de la cual se aprueba el Acuerdo regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en américa latina y el caribe; Acuerdo de Escazú.

[113] se expidió con fundamento en los artículos 56 transitorio y 330 de la Constitución Política, así como en la Ley 21 de 1991 (Convenio 169 de la OIT), con el fin de reconocer el mandato de la Autoridad Territorial Económica y Ambiental (ATEA) de los pueblos indígenas de los territorios que conforman el Consejo Regional Indígena del Cauca (CRIC, establecer sus competencias y fortalecer los mecanismos de coordinación y autonomía territorial, económica y ambiental de las autoridades indígenas.

[114] Se expidió con fundamento en el artículo 56 transitorio y el artículo 330 de la Constitución Política, así como en el artículo 4 de la Ley 21 de 1991 (Convenio 169 de la OIT), con el propósito de reglamentar el funcionamiento de los territorios indígenas en materia ambiental, reconocer las competencias ambientales de las autoridades indígenas y fortalecer la coordinación con las demás autoridades del Sistema Nacional Ambiental.

Así, el proceso de participación pública para la elaboración de estudios ambientales desarrolla múltiples disposiciones de la Constitución Política de Colombia, entre ellas que la Ley garantizará la participación de todos los colombianos en las decisiones que puedan afectar su derecho a gozar de un ambiente sano. Este mandato ha sido interpretado por la Corte Constitucional[115] y reglamentado en la legislación nacional, haciendo posible que el derecho de acceso a la participación sea pleno y efectivo en todos los procesos de toma de decisión en cuestiones ambientales. Estas disposiciones permiten que el proceso de toma de decisiones del licenciamiento ambiental goce de legitimidad, se incremente la confianza entre las partes y se promueva la transparencia.

Los lineamientos de participación con los grupos de interés incorporan un enfoque de derechos humanos que reconoce a las personas y comunidades como titulares de derechos y actores centrales en los procesos de toma de decisiones ambientales. Este enfoque se fundamenta en la interdependencia entre los derechos humanos y el derecho a un ambiente sano, de modo que su énfasis está en los impactos ambientales de los proyectos, lo que acentúa aún más la importancia de una adecuada determinación y valoración de éstos.

La participación es transversal al proceso del licenciamiento ambiental y se orienta a garantizar, sin discriminación, el acceso efectivo a la información, la participación incidente y el acceso a la justicia, con especial atención a sujetos de especial protección constitucional. De esta manera, la participación no se limita a un requisito procedimental, sino que se constituye en un mecanismo para la garantía de derechos y la prevención de conflictos socioambientales.

En síntesis, el proceso de participación pública aplica enfoques diferenciales, territoriales, étnicos y de género para: i) planear el proceso de participación, definiendo métodos y mecanismos que se adecúen a las características territoriales, sociales y de derechos humanos del área de influencia; ii) ejecutar el proceso de participación con el fin de informar sobre el proyecto y de recopilar, documentar y sistematizar aportes de los grupos de interés y; iii) analizar los aportes, incorporar aquellos considerados como pertinentes y comunicar los resultados de forma justificada, transparente y trazable a los grupos de interés.

3.1 CARACTERÍSTICAS Y ALCANCES DE LA PARTICIPACIÓN

La participación en el licenciamiento ambiental, incluido el proceso de elaboración de estudios ambientales, debe ser efectiva. Ello quiere decir que ésta debe ser abierta e inclusiva, debe abordarse desde las primeras etapas del proceso de toma de decisión, debe ocuparse de informar tempranamente a la ciudadanía sobre la

[115] Sentencias T-348 de 2012, T-294 de 2014, T-704 de 2016 y SU-217 de 2017.

posibilidad de participar en él y deben analizarse las consideraciones, inquietudes, observaciones y el conocimiento y saberes de los grupos de interés en las decisiones sobre los proyectos que generan impactos ambientales significativos; es decir, debe brindar la posibilidad de que los grupos de interés incidan en las decisiones a través de la determinación de impactos del proyecto, la formulación del plan de manejo ambiental, entre otros.

La efectividad de la participación también depende de que se ejecute aplicando los principios de máxima publicidad y transparencia, sin discriminación, de manera clara, oportuna y equitativa y de que involucre activamente a los grupos de interés mediante espacios de diálogo, deliberación y concertación para garantizar que, especialmente, las personas o grupos que encuentran mayores dificultades para acceder a la información[116] puedan ejercer su derecho a la participación.

Para satisfacer y garantizar el derecho de acceso a la participación de los grupos de interés del área de influencia del medio socioeconómico y asegurar espacios amplios y suficientes de participación, la convocatoria debe realizarse con antelación y los espacios deben realizarse mediante un diálogo que contemple aspectos de tipo técnico y enfoques diferenciales que aseguren la participación de personas o grupos con mayores dificultades para acceder a la información, sujetos de especial protección constitucional y personas u organizaciones defensoras de derechos humanos en materia ambiental, así como también las dimensiones sugeridas a continuación, siguiendo a Prada et al. (2014):

- Dimensión del contenido: generalmente es la primera (y a veces la única) en la que se piensa. Tiene que ver con los temas sobre los que versa el diálogo.

- Dimensión social: aborda las relaciones entre los actores y su entorno humano.

- Dimensión espacial: se refiere a los lugares, sedes y entornos físicos del diálogo.

- Dimensión temporal: los tiempos, momentos, horarios y cronología del diálogo.

- Dimensión simbólica: relacionada con signos, símbolos e íconos presentes en espacios de diálogo, que pueden ayudar o dificultar el diálogo mismo.

[116] Se refiere a las personas que tienen mayor dificultad para informarse y participar de manera efectiva por diversas situaciones, entre ellas, limitaciones tecnológicas, auditivas, por tener una lengua diferente al castellano o vivir en espacios territoriales de difícil acceso.

- Dimensión cultural: relacionada con la anterior y enfocada en los valores, sistemas de creencias de las personas y sus implicaciones en el diálogo.

La participación no debe entenderse solamente como un proceso del que toman parte varios actores para diseñar, ejecutar y hacer seguimiento a decisiones públicas, sino como un mecanismo que permite que se reflejen las demandas sociales en términos de la exigencia de derechos (Velásquez et al., 2020). Así, la participación en el ámbito del licenciamiento ambiental se constituye en una forma de intervención social que involucra y permite a los grupos de interés incidir en las decisiones que se toman frente al alcance de un proyecto, obra o actividad, a la determinación y valoración de sus impactos ambientales y a la formulación de medidas de manejo, entre otros aspectos; asimismo, permite fomentar la confianza entre las comunidades y el desarrollador del proyecto y favorecer el respeto por el territorio, la cultura, el ambiente y los derechos humanos.

Por lo tanto, para procurar que el proceso de participación en el marco de la elaboración del EIA sea efectivo es necesario que:

- Se reconozca a las comunidades en la construcción del EIA.

- Se valore el conocimiento local, el diálogo y la interacción de las diferentes visiones y saberes aportados mediante el proceso de participación con respecto a la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto, obra o actividad, la determinación y valoración de los impactos ambientales y en la definición de las medidas de manejo. La inclusión de la información debe procurar mantener el contenido textual de las intervenciones, señalar la forma cómo se incorporan al EIA los aportes e insumos obtenidos en el proceso participativo, cuáles de éstos no se incorporan y las razones que llevaron a prescindir de tales insumos.

- Se haga uso de estrategias comunicativas, pedagógicas y tecnológicas para facilitar el acceso comprensible, suficiente y oportuno de información asociada al EIA y al proyecto, obra o actividad.

Adicional a la efectividad del proceso de participación en la elaboración del EIA, es necesario considerar que éste se dirige a diferentes grupos de interés públicos o privados presentes en el área de influencia del medio socioeconómico, que actúan según sus propósitos particulares y representan algún grado de interés o incidencia frente al desarrollo del proyecto, obra o actividad.

De acuerdo con el alcance del proyecto, obra o actividad, se debe informar e invitar a los procesos de participación con las comunidades a las autoridades nacionales en

caso de que afecte las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN), a las autoridades regionales o departamentales en los casos en que el proyecto, obra o actividad sea considerado de interés regional o el área de influencia se circunscriba a unidades de análisis territorial que comprendan más de un departamento, y a las autoridades municipales en todos los casos, es decir, a las autoridades de los municipios en los que se ubica el área de influencia del proyecto, obra o actividad.

Por otra parte, la información que se ponga a disposición de los grupos de interés durante los espacios de participación debe estar relacionada tanto con el proceso mismo de participación (señalando cuestiones sobre su metodología, alcance, condiciones de intervención, entre otras), como con las características ambientales del área de influencia, las particularidades del proyecto, obra o actividad, los impactos que supondría su ejecución y las medidas que se proponen para manejarlos, entre otros contenidos del EIA en elaboración[117].

Toda la información que se comunique de forma oral, escrita o visual ya sea en los espacios de diálogo o al emplear medios de difusión electrónicos o magnéticos, debe utilizar un lenguaje claro e incluyente y ser transparente y tener características que permitan que los grupos de interés accedan efectivamente a ésta. Por ello, es necesario implementar enfoques y estrategias diferenciales acordes con las características sociales y culturales de los grupos de interés, bajo los cuales la información:

- Se provea en un lenguaje y formato que facilite tanto su comprensión y uso (por ejemplo, haciendo uso de la lengua de señas o interpretando conceptos técnicos para que sean compresibles y puedan ser analizados), como su divulgación a través de diversos canales complementarios.

- Se difunda en el idioma o lengua propia de los grupos de interés para facilitar su comprensión, así como para garantizar que puedan participar de forma efectiva

- Se divulgue mediante piezas gráficas cortas que puedan ser publicadas constantemente a través de la página web y las redes sociales disponibles, carteleras dispuestas en lugares públicos de gran afluencia, o puntos itinerantes de información que permitan a los interesados acercarse a consultar y despejar dudas, entre otros medios.

Adicional a la estrategia para comunicar información, durante la elaboración del EIA, es necesario establecer mecanismos y medios adicionales a los espacios de diálogo

[117] En caso de que el solicitante del trámite de evaluación del estudio ambiental sea un sujeto obligado en términos de la Ley 1712 de 2014, toda la información pública que no esté limitada o reservada bajo una disposición constitucional debe ponerse a disposición de los grupos de interés.

que posibiliten la recepción y respuesta a inquietudes u observaciones relacionadas con el proceso de participación y con las características del área de influencia, el proyecto, obra o actividad, sus impactos ambientales y las medidas de manejo propuestas, entre otros elementos del EIA en elaboración.

Por todo lo anterior, la participación en el marco de la elaboración de los EIA debe garantizar los siguientes propósitos:

- Proporcionar información pertinente mediante enfoques diferenciales y de derechos humanos, de manera equitativa, transparente, oportuna y comprensible para la participación libre y efectiva de los grupos de interés del área de influencia del medio socioeconómico.

- Promover la deliberación, argumentación, formulación de aportes entre los actores involucrados, en especial sobre la determinación y valoración de los impactos ambientales que pueden generar las actividades previstas en cada una de las etapas del proyecto, obra o actividad, y sobre las medidas de manejo ambiental encaminadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar tales impactos, guardando correspondencia con criterios de razonabilidad, proporcionalidad y objetividad.

- Informar a los grupos de interés los resultados del EIA de manera previa a la radicación ante la autoridad ambiental competente. En estos espacios se deben presentar las recomendaciones y propuestas formuladas durante el proceso de participación que se incluyeron en el estudio ambiental, las que no se consideraron pertinentes y los argumentos que llevaron a apartar estas últimas del estudio.

En síntesis, el proceso de participación pública ambiental debe enfocarse en dar acceso a información suficiente y permanente sobre el proyecto, obra o actividad y el EIA[118], en asegurar un diálogo en doble vía que permita la interacción de las partes, en asegurar que la participación sea efectiva con capacidad de incidencia en la elaboración del EIA y en informar sobre los resultados del EIA.

El proceso de participación constituye un escenario propicio para obtener información que permita implementar el principio de debida diligencia, con el fin de prevenir potenciales riesgos e impactos negativos a los derechos humanos derivados de los impactos ambientales del proyecto, obra o actividad.

[118] No obstante, debe restringirse el acceso a datos personales sensibles cuya publicación pueda poner en riesgo la vida, integridad u otros derechos de terceros.

En caso de que se determine la existencia de sujetos de reparación colectiva, se debe consultar a la Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (Unidad para las víctimas) sobre la pertinencia de adelantar un proceso de participación diferenciado para este grupo y, en caso de que así se considere, tal proceso debe abordarse de acuerdo con las directrices e indicaciones que fije dicha entidad. Con el propósito de prevenir riesgos a las personas que se involucren al proceso de participación (no sólo cuando se trata de sujetos de reparación colectiva), este proceso debe dirigirse a los grupos de interés identificados procurando no exacerbar los riesgos preexistentes.

De otra parte, en caso de presentarse dificultades durante el proceso de participación, incluso cuando se emplean mecanismos virtuales, se deben especificar y soportar de manera detallada las situaciones que impiden el desarrollo de un adecuado proceso participativo de los grupos de interés, así como las acciones adelantadas para garantizar la efectividad de éste.

En caso de que se determine la procedencia y oportunidad de la consulta previa, de acuerdo con lo establecido por la normativa vigente, se debe dar cumplimiento a lo establecido por el Ministerio del Interior - Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa (DANCP), o quién haga sus veces para adelantar este proceso de consulta.

Cuando se prevea la ocurrencia de impactos ambientales significativos transfronterizos, esta situación debe ser informada a la autoridad ambiental competente de forma previa a la radicación del EIA; en esa comunicación previa, también se debe incluir información básica sobre las características del proyecto, los impactos ambientales que puede ocasionar, las medidas que se plantean para manejarlos, así como una propuesta de los lugares y fechas para la ejecución de las reuniones y audiencias públicas que se planee convocar para socializar el proyecto a los grupos de interés de los países que podrían afectarse[119].

Para asegurar que el proceso de participación con los grupos de interés del área de influencia se ejecute con las características señaladas en este numeral y para que cumpla con sus propósitos, es necesario desarrollar el procedimiento que se describe a continuación. En caso de que se le conceda licencia ambiental a un proyecto, obra o actividad, este procedimiento debe ser considerado para abordar los espacios de participación durante sus diferentes etapas de ejecución (las cuales son objeto de seguimiento ambiental).

[119] Las actividades, procedimientos y demás especificaciones que deben desarrollarse cuando se prevea la manifestación de impactos ambientales significativos transfronterizos, se establecerán mediante un mecanismo de información emitido por Cancillería con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

3.2 FASES DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN

A continuación, se presentan los lineamientos que deben aplicarse para desarrollar el proceso de participación mediante tres fases diferenciadas, a saber: planeación, ejecución de los espacios de participación y, análisis y comunicación de resultados.

3.2.1 Planeación

En esta fase del proceso de participación pública ambiental, que debe abordarse de forma previa o en las primeras fases de la elaboración del estudio ambiental, se debe analizar la información disponible recopilada en la caracterización ambiental, fundamentalmente la que señala las particularidades sociales, económicas y culturales de los grupos de interés del área de influencia con el fin de establecer estrategias con enfoque diferencial a la medida de cada situación, mecanismos, medios de comunicación y demás elementos que se deben conjugar para desarrollar un proceso de participación efectivo que garantice tanto sus características y propósitos, como la legitimidad del proceso de toma de decisión.

Para ello es necesario adelantar acciones de identificación de los participantes del proceso, aprestamiento para ejecutar el proceso de participación, preparación de los espacios de participación y realización de la convocatoria. Asimismo, a partir de esta etapa, se debe formular y aplicar coordinadamente, un *conjunto de acciones para la atención de conflictos socioambientales* que se puedan presentar en el proceso de elaboración del EIA. Con este fin, se debe tener en cuenta los conflictos existentes asociados uso, acceso, apropiación de los recursos naturales en el territorio que podrían verse acentuados con la expectativa del desarrollo proyecto. Estas acciones deben ser objeto de mejora permanentemente según los resultados de los espacios de participación.

3.2.1.1 Identificación de los participantes del proceso y de sus características

Se deben identificar los grupos de interés localizados en el área de influencia del proyecto, obra o actividad, y determinar tanto sus principales características sociales, económicas y culturales[120], como el contexto socioeconómico y político y la organización político-administrativa del área de influencia. Se deben tener en cuenta enfoques diferenciales para fomentar la participación de personas o grupos con mayores dificultades para acceder a la información y a la participación.

[120] Entre ellas, las históricas, demográficas, educativas, patrimoniales, de relación con los ecosistemas, de género, de memoria, de vulnerabilidad, de liderazgo social y ambiental y de limitación a la participación por amenazas a la vida (señaladas en el numeral 4.3.2 de este capítulo).

Se deben identificar las características del entorno en el que se efectúa el proceso participativo, en particular, si las entidades territoriales en las cuales van a tener lugar los espacios participativos presentan un riesgo medio, alto o extremo para la labor de las personas, grupos u organizaciones defensoras de derechos humanos en asuntos ambientales, de acuerdo con las alertas tempranas de la Defensoría del Pueblo que hagan una valoración riesgo para su labor[121].

Para contextos de riesgo medio, alto o extremo, se deben formular e implementar acciones diferenciadas orientadas al relacionamiento con personas, grupos y organizaciones defensoras de derechos humanos en asuntos ambientales. Estas acciones deben contemplar la posibilidad de formular solicitudes de acompañamiento del Ministerio Público y Fuerza pública, Unidad Nacional de Protección, entre otras, para el desarrollo de espacios participativos, medios para difundir información relacionada con el proyecto y estrategias para que las personas puedan aportar sus inquietudes, sugerencias o preocupaciones de manera anónima.

En el desarrollo de espacios participativos y, en general en el relacionamiento con personas, grupos y organizaciones defensoras de derechos humanos en asuntos ambientales, se debe evitar el uso de expresiones, pronunciamientos o calificación de posiciones que puedan generar o acentuar el riesgo para su vida o integridad; implementar un relacionamiento asertivo con las comunidades y un mecanismo de tratamiento de datos personales, especialmente respecto a la calificación de las posiciones, comunicados públicos y dialogo, con el objeto de evitar la exposición y/o perfilamiento; plantear alternativas semipresenciales, semiprivadas u otras para desarrollo de los espacios de participación cuando se advierta que el espacio colectivo puede acentuar el riesgo de las personas asistentes.

3.2.1.2 Aprestamiento

Se debe elaborar y publicar (en la página web del interesado, en medios de amplia circulación o en medios locales, entre otros medios idóneos) un resumen preliminar del EIA en lenguaje claro y comprensible para los grupos de interés que aborde, de acuerdo con el avance en la elaboración del estudio: la descripción del proyecto, los impactos ambientales que puede ocasionar y las medidas de manejo planteadas y que, además, aclare que la decisión frente a la viabilidad ambiental o no del proyecto la toma la autoridad ambiental competente mediante acto administrativo una vez evalúa la información del EIA.

Con el propósito de garantizar el acceso a la información de los grupos de interés del área de influencia y, por tanto, posibilitar que cuenten con elementos de tipo técnico

[121] Especialmente, la Alerta Temprana 019 de 2023 y las que la actualicen.

para expresar inquietudes frente al proceso de participación y el EIA, se deben establecer y difundir mecanismos y medios eficaces, participativos e incluyentes para que, de forma permanente, se brinde información, se reciban inquietudes, observaciones, aportes, peticiones, quejas, reclamos, sugerencias y se dé respuesta a éstas. Los mecanismos deben estructurarse en lenguaje claro, sencillo y concreto y de forma tal que permitan evidenciar claramente cómo los aportes son tenidos en cuenta o no en el proceso de elaboración del EIA.

En la fase de planeación se deben diseñar métodos e instrumentos, con enfoque diferencial, para que las primeras etapas de interacción entre los diferentes actores se realicen de acuerdo con la realidad de las comunidades. En caso de comunidades étnicas, se deben diseñar instrumentos adecuados, de ser necesario, en su propia lengua para facilitar la comprensión de los temas.

De forma previa a la primera interacción y a partir de los fundamentos culturales, es necesario establecer las estrategias y procedimientos para iniciar y mantener la interlocución y diálogo con cada uno de los grupos de interés, así como para prevenir afectaciones y cambios en tales grupos y en las dinámicas territoriales del área de influencia. En los casos en los que el proceso de participación deba abordar comunidades étnicas, es necesario recurrir a los mecanismos de coordinación establecidos entre éstas y el Ministerio del Interior[122]. Esta información de la planeación debe estar adecuadamente descrita en el EIA.

3.2.1.3 Preparación de los espacios participativos

Se deben preparar estrategias comunicativas y procedimientos metodológicos que permitan comunicar adecuadamente y en lenguaje claro la información (sobre el proceso de participación, el EIA y el licenciamiento ambiental), hacer comprensible el contenido y promover la participación y generación de aportes de los asistentes respecto de temas como la caracterización ambiental, los impactos ambientales que puede generar el proyecto, obra o actividad y las medidas que se proponen para manejarlos.

Con el fin de preparar estos espacios participativos es necesario considerar dinámicas sociales como días y horarios con mayor disponibilidad de tiempo, vías de acceso, medios de transporte y lugares que faciliten la asistencia y movilidad de los grupos de interés.

Tales estrategias y procedimientos metodológicos deben tener en cuenta enfoques diferenciales, establecer espacios que sean suficientes y apropiados a las

[122] Asimismo, deben considerarse los mecanismos que sean establecidos para el desarrollo de las competencias ambientales de las autoridades indígenas, de acuerdo con el Decreto 1275 de 2024.

características de los grupos de interés del área de influencia (p. ej. reuniones, talleres, entrevistas), detallando entre otras particularidades, su ubicación, el mobiliario y recursos de apoyo tecnológico, pedagógico y didáctico (plegables, cartillas, audiovisuales, video, entre otros) previstos, la cantidad de encuentros necesarios, la duración de cada espacio y los periodos de tiempo entre uno y otro que permitan tanto al formulador del estudio informar y recopilar datos, como a los grupos de interés analizar la información y participar de forma efectiva.

3.2.1.4 Convocatoria

Las convocatorias a los espacios de participación deben realizarse con suficiente antelación a éstos[123], tener cobertura adecuada y señalar su objeto, fecha y lugar de ejecución, así como las instancias e instrumentos de apoyo a la participación. Se deben realizar empleando medios de comunicación como correo postal certificado, correo electrónico, internet, redes sociales, radio, televisión, volantes, afiches en lugares públicos (parroquias, alcaldías y escuelas) y medios de difusión locales.

Durante la convocatoria se debe poner en conocimiento de los grupos de interés el resumen preliminar de los elementos constitutivos del EIA elaborado en el aprestamiento, publicándolo en internet o empleando medios de amplia circulación que informen donde puede ser consultado. Para la divulgación del resumen también se pueden usar mecanismos complementarios que se ajusten a las características socioeconómicas y culturales de los grupos de interés, así como a sus posibilidades de acceso a la información. Asimismo, la convocatoria debe informar dónde y cómo se puede consultar la información del proyecto, la cual debe estar disponible de forma gratuita. Se debe justificar adecuadamente cualquier restricción de acceso a la información cuando ésta sea solicitada en el marco del proceso participativo[124].

Cuando se prevea la ocurrencia de impactos ambientales significativos transfronterizos, se debe informar inmediatamente a la autoridad ambiental que, tanto el resumen del proyecto, como los lugares y fechas para la ejecución de las reuniones y audiencias públicas planeadas se encuentran publicados en internet, con el fin de que la autoridad transmita dicha información al Ministerio de Relaciones Exteriores.

[123] Durante la convocatoria a los procesos de participación pueden proponerse fechas preliminares, no obstante, es necesario que las comunidades tengan pleno conocimiento de las fechas definitivas de forma oportuna.
[124] De acuerdo con lo establecido en el Artículo 32 de la Ley 1755 de 2015. Derecho de petición ante organizaciones privadas para garantizar los derechos fundamentales.

3.2.2 Ejecución de los espacios de participación

Los espacios de participación deben ejecutarse según lo planeado en la fase anterior, asegurando que la comunicación sea efectiva al permitir el suministro y recepción de información y promover la deliberación, la argumentación y la generación de aportes e insumos para ser analizados en la elaboración del EIA. Adicionalmente, estos espacios deben generar un ambiente de confianza entre las partes intervinientes y tener la capacidad de adaptarse a las situaciones o condiciones que se presenten o identifiquen durante su ejecución.

3.2.2.1 Apertura

Al inicio de cada espacio de diálogo se debe brindar información sobre el procedimiento previsto para ejecutar el proceso de participación en su conjunto y el espacio de diálogo particular que se está ejecutando, haciendo uso de una agenda clara y señalando los objetivos, un cronograma del proceso, los mecanismos y modalidades previstos para su ejecución. Asimismo, se debe dar a conocer el procedimiento para la recolección, sistematización y análisis de los aportes de los grupos de interés.

Se debe comunicar que el EIA en elaboración debe ser socializado antes de radicarlo ante la autoridad ambiental competente, que en dicha socialización se menciona cómo se incorporaron los aportes o las razones por las cuales éstos no se consideran pertinentes y que la autoridad ambiental competente es quien decide si es posible desarrollar el proyecto, obra o actividad mediante acto administrativo y considerando entre otra información, las evidencias del proceso de participación y demás contenido del EIA.

3.2.2.2 Desarrollo de los espacios participativos

Durante el desarrollo de los espacios de diálogo se debe promover un ambiente de confianza que además de facilitar la difusión de información en lenguaje claro, propicie la deliberación, argumentación y debate de los grupos de interés involucrados y les permita expresar con libertad sus observaciones, inquietudes y aportes.

En estos espacios se debe brindar información como mínimo sobre los siguientes contenidos:

- Objetivo y alcance del EIA en elaboración.
- Características técnicas, actividades, infraestructura planteada y alcance del proyecto, obra o actividad.

- Características y diferencias de cada una de las etapas del proyecto, obra o actividad, cuando aplique.

- Normativa ambiental aplicable (p. ej. sobre el proceso de licenciamiento ambiental, participación, derechos humanos y sobre el uso, aprovechamiento y afectación de los recursos naturales).

- Autoridad ambiental responsable del proceso de toma de decisiones y otras autoridades e instituciones involucradas (p. ej. a las que se les pueda requerir información complementaria); procedimiento para solicitar información a tales entidades.

Asimismo, durante la ejecución de estos espacios se debe brindar información y propiciar la deliberación para recibir retroalimentación (que puede corresponder a inquietudes, sugerencias, conocimientos, argumentos y saberes diversos), como mínimo, sobre los siguientes contenidos:

- Delimitación del área de influencia de cada medio y del proyecto, obra o actividad.

- Caracterización ambiental del área de influencia de cada medio, del área de influencia asociada a los servicios ecosistémicos y el paisaje[125] y del área de influencia del proyecto, obra o actividad.

- Zonificación ambiental y zonificación de manejo ambiental.

- Determinación y valoración de impactos ambientales del proyecto, obra o actividad.

- Riesgos e impactos negativos a los derechos humanos que pueden derivarse de los impactos ambientales.

- Medidas de manejo (de prevención, mitigación, corrección y compensación) de impactos incorporadas al plan de manejo ambiental. En caso de aplicar, se debe señalar cómo las medidas previenen los riesgos e impactos negativos a los derechos humanos derivados de los impactos ambientales.

[125] En áreas declaradas como Paisaje cultural de la Nación o Patrimonio Mundial, debe promoverse la deliberación sobre la identificación de los atributos y valores inmateriales y sobre la percepción social del paisaje.

- Objetivos programáticos, prioridades o necesidades de planeación de las comunidades.
- Plan de seguimiento y monitoreo.
- Permisos requeridos para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales (captaciones, vertimientos, emisiones, aprovechamiento forestal, entre otros).
- Dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo.
- Plan de compensación por pérdida de biodiversidad.
- Plan de inversión de no menos del 1%.
- Plan de desmantelamiento y cierre ambiental.
- Plan de gestión de cambio climático

Para lograr una adecuada retroalimentación, enriquecer el EIA en numerales como caracterización ambiental, área de influencia, evaluación ambiental o planes y programas, así como para mejorar el relacionamiento del responsable del proyecto, obra o actividad (en caso de que se otorgue la licencia) con los grupos de interés, es necesario que en estos espacios se consideren los saberes de los grupos de interés sobre el entorno.

3.2.2.3 Cierre de los espacios participativos

Al finalizar cada jornada se debe presentar un balance sintético de los temas abordados, de las inquietudes manifestadas y de los aportes recibidos; asimismo, se debe señalar que las demás consideraciones, observaciones y aportes son sujetos de análisis para determinar su pertinencia. Esta información debe ser consignada en el acta.

3.2.3 Análisis y comunicación de resultados

En esta fase del proceso de participación, la información obtenida en los espacios de diálogo se consolida, analiza e incorpora al EIA según su pertinencia dadas las características ambientales del área de influencia y las particularidades del proyecto, obra o actividad. Asimismo, durante esta fase se comunica el resultado del proceso de participación y el contenido final del EIA de forma previa a la radicación del estudio ante la autoridad ambiental.

3.2.3.1 Consolidación, análisis e incorporación de aportes al EIA

Se debe consolidar el conjunto de posiciones, puntos de vista y propuestas de los grupos de interés, procurando mantener el contenido textual de las intervenciones y señalando la forma en que tales opiniones son interpretadas por el elaborador del estudio.

Igualmente, se debe analizar a la luz de las singularidades del proyecto, obra o actividad propuesto, de la información técnica y científica de caracterización ambiental obtenida, así como de las posiciones y puntos de vista de los grupos de interés, la pertinencia de las propuestas de éstos sobre la caracterización ambiental, los impactos y riesgos inherentes a las actividades del proyecto, las medidas para su manejo y gestión, entre otros temas abordados en los espacios de participación.

Asimismo, se debe indicar cómo se incorporan al EIA los aportes recibidos en los espacios de participación, qué comentarios, contribuciones o sugerencias fueron acogidos en el EIA y cuáles de éstos no se incorporan al estudio, así como las razones que llevaron a tomar tal decisión.

3.2.3.2 Presentación del abordaje de los aportes en el EIA y del estudio ambiental definitivo a los grupos de interés

Una vez culminado el proceso de análisis de los insumos recibidos, así como de elaboración del EIA y de forma previa a su radicación ante la autoridad ambiental, se debe informar[126] a los grupos de interés la manera en que se incorporaron los aportes del proceso de participación en el EIA y el contenido final del estudio.

Con este fin es necesario actualizar el resumen del estudio que se elaboró en la fase de planeación a partir los aportes fruto del proceso de participación y elaborar piezas gráficas informativas sobre el estudio y un escrito que especifique tanto los aportes que se incorporaron, como las razones que justifican el no haber integrado al estudio algunos de ellos.

El contenido de estos documentos debe socializarse mediante espacios presenciales y complementariamente, empleando medios de comunicación masiva como redes sociales, páginas web, canales comunitarios o con cobertura en el territorio o puntos itinerantes de información. En estos espacios se debe informar claramente que el contenido del EIA está sujeto a evaluación por parte de la

[126] Para ello, es pertinente implementar metodologías participativas que faciliten la visualización de la información, adaptándola a las particularidades de cada comunidad y presentándola en lenguaje claro y sencillo.

autoridad ambiental y es ésta quien toma la decisión, mediante acto administrativo, frente a la viabilidad ambiental del proyecto y otorga o niega la licencia ambiental.

Los resultados de cada una de las fases del proceso participativo (planeación, ejecución y análisis y comunicación) se deben incorporar al EIA, evidenciando en ellos la información presentada a los grupos de interés, lo expuesto y manifestado por dichos grupos y la forma en que tales aportes se abordan en el estudio ambiental.

3.3 SOPORTES Y EVIDENCIAS DEL PROCESO DE PARTICIPACIÓN

En aras de dar transparencia, trazabilidad y confianza al proceso de participación, deben anexarse al EIA como mínimo los siguientes soportes.

- Correspondencia u otros soportes de los mecanismos empleados para realizar las convocatorias.

- Documentos, archivos, comunicaciones u otros soportes de la puesta en disposición a los grupos de interés de la información disponible sobre el proyecto, especificando, lugares, fechas y periodos en que ésta pudo ser consultada.

- Instrumentos y métodos de participación diseñados (numeral 3.2.1) para la comunidad en general y para la población vulnerable.

- Sistematización de las inquietudes, consideraciones, observaciones, aportes y comentarios realizados por los grupos de interés durante los espacios de participación. Estos insumos deben ser analizados indicando cómo y cuáles se incorporan o no al EIA y las razones que llevan a prescindir de ellos. Esta sistematización y análisis debe tener un formato de fácil comprensión y un lenguaje sencillo.

- Actas y ayudas de memoria de las reuniones, talleres y demás espacios participativos. Estos documentos deben señalar por lo menos lo siguiente:

  - Fecha y lugar de realización del evento.

  - Objetivo del espacio participativo.

  - Cantidad de participantes y características generales de la población, considerando enfoques diferenciales.

  - Temas abordados.

- Inquietudes, comentarios, sugerencias o aportes de los participantes, así como las respuestas o aclaraciones realizadas por el equipo elaborador del estudio.

- Compromisos adquiridos y acuerdos, si hay lugar a ello.

- Firma de los representantes de los grupos de interés, del delegado de la autoridad municipal, del Ministerio Público (Personería, Procuraduría, Defensoría del Pueblo) y del representante de la empresa responsable del proyecto, obra o actividad.

  Esto no es exigible en los casos en que los representantes de los grupos de interés se abstengan de firmar o cuando no hagan presencia las autoridades señaladas. En ambos casos se debe dejar constancia en el acta; cuando los representantes de los grupos de interés se abstengan de firmar, es posible emplear como respaldo las firmas del representante de la autoridad municipal o del Ministerio público que asistan a la reunión. En cualquier caso, se deben incluir los soportes de las gestiones y debida diligencia realizada para el proceso de participación.

Es necesario que las actas y demás soportes sean elaborados *in situ*, con lenguaje claro e incluyente y letra clara y legible, de manera que puedan ser suscritos por sus participantes y entregados a las autoridades presentes y a los representantes de los grupos de interés una vez finalicen los espacios para los cuales se elaboran.

Solo en caso excepcional, cuando se presente alguna situación que impida la entrega inmediata de estos soportes, se debe acordar con la comunidad el tiempo límite de entrega de los soportes.

- Listados de asistencia o soportes documentales pertinentes que evidencien a qué grupo de interés pertenece cada participante y descripción de las personas participantes con carácter de enfoque diferencial que señale los sectores sociales a los cuales pertenecen, representantes de organizaciones, instancias de participación, entre otras.

- Registro fotográfico, de audio o de video, preferiblemente, que evidencie fecha y coordenadas del lugar del evento con el cumplimiento de las leyes de protección y manejo de datos que determinan la utilización y administración de datos personales; con este fin se debe dar a conocer en el espacio de participación la política de uso y tratamiento de datos personales y el propósito con el que se

emplearán estos registros. En el caso de que la toma del registro fotográfico, de audio o de video no haya sido aprobado o aceptado por la comunidad, se debe presentar la justificación indicando la imposibilidad de obtenerlo.

- Descripción del conjunto de medidas para la gestión y atención de la conflictividad en el proceso de elaboración del EIA.

3.4 MECANISMOS VIRTUALES PARA LA PARTICIPACIÓN

Es posible ejecutar el proceso de participación empleando mecanismos virtuales, previo análisis de los medios logísticos y tecnológicos de los que disponen las personas o grupos de interés a los cuales se dirigen tales mecanismos, con el fin de que éstos, sean idóneos para garantizar una participación ambiental efectiva. Estos mecanismos incluyen las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), las cuales de acuerdo con la Ley 1978 de 2019 o aquella que la modifique o sustituya, comprenden el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como voz, datos, texto, video e imágenes.

Si se plantea incorporar al proceso de participación pública mecanismos virtuales, además de dar cumplimiento a los propósitos de la participación y a los lineamientos que se señalaron previamente en las fases del proceso de participación para su implementación, es necesario garantizar lo siguiente:

- Disponibilidad tecnológica con acceso gratuito para los grupos de interés del área de influencia a los cuales se dirigen estos mecanismos, a plataformas digitales que tengan la capacidad de establecer comunicación visual y oral simultánea y que posibiliten la participación ambiental efectiva.

- Aplicación de una convocatoria adecuada y oportuna que permita garantizar una participación amplia e inclusiva de conformidad con los medios tecnológicos a ser utilizados.

- Acceso a la información relacionada con el proyecto, obra o actividad y con el EIA, ya sea mediante fuentes digitales o físicas, que permitan una participación informada. Adicionalmente, se deben desarrollar piezas pedagógicas que aborden con rigor técnico y lenguaje sencillo los contenidos del estudio ambiental.

- Desarrollo de un diálogo genuino en doble vía con garantía de intervención de los participantes, en donde los grupos de interés del área de influencia puedan

exponer sus opiniones y argumentaciones sin intermediario alguno y de manera directa, con posibilidades reales de incidir en las decisiones que se adopten y de obtener retroalimentación.

El cumplimiento de estas condiciones y la consideración de complementariedad entre diferentes tecnologías deben permitir que la participación de los grupos de interés del área de influencia del proyecto, obra o actividad a los cuales se dirigen estos mecanismos, se materialice en la posibilidad de intervenir e incidir en la elaboración del EIA y en las decisiones que puedan afectarlos.

De igual manera, se deben tener en cuenta las habilidades de los grupos de interés para el uso de las TIC, identificando las capacidades que requieren ser fortalecidas a fin de que puedan participar e interactuar de forma eficaz y de que se reduzca la brecha digital. En caso de ser necesario, se debe facilitar apoyo en la conexión y logística para el uso de los mecanismos virtuales, así como suministrar la información y orientación suficiente sobre el uso de los mecanismos virtuales que vayan a emplearse para la participación. Asimismo, se debe acordar con los grupos de interés la implementación del uso de estos mecanismos virtuales.

A fin de documentar el proceso de participación para la elaboración del EIA, en el caso de uso de mecanismos virtuales, se deben generar e incluir las evidencias que den cuenta del proceso de participación, de acuerdo con los lineamientos señalados anteriormente sobre este aspecto.

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

En este capítulo se debe aportar información primaria y secundaria de carácter cuantitativo y cualitativo, con el propósito de conocer las características ambientales previas a la ejecución del proyecto, obra o actividad, de los factores del área de influencia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico que pueden ser impactados. Esta caracterización comprende adicionalmente, al paisaje y los servicios ecosistémicos, elementos transversales que deben ser estudiados mediante la integración de la información de tales medios.

La caracterización ambiental brinda elementos que permiten establecer la zonificación ambiental y estimar la forma en que el proyecto, obra o actividad, en caso de ejecutarse, impactaría las condiciones ambientales, elementos fundamentales del EIA para que la autoridad ambiental tome una decisión respecto de la viabilidad ambiental del proyecto. Igualmente, durante la ejecución del proyecto (en caso de que se otorgue licencia ambiental), esta información constituye el patrón básico de comparación que permite que en la etapa de seguimiento y control ambiental se determine la efectividad

de las medidas de manejo al contrastar las condiciones ambientales de línea base con los cambios que realmente experimentan los factores ambientales.

La caracterización ambiental del EIA que se presente ante la autoridad ambiental competente debe contener información sobre aquellos parámetros ambientales que resultarían impactados como consecuencia de la ejecución del proyecto, obra o actividad, ya sea por impactos significativos como por impactos no significativos. La caracterización de cada parámetro impactado debe referirse, como mínimo, al área de influencia del factor al cual pertenece; por ejemplo, si se determina que el parámetro *concentración de material particulado* podría ser impactado, su caracterización debe referirse mínimamente al área de influencia del factor calidad del aire.

Es posible caracterizar los parámetros ambientales en toda la extensión del área de influencia del componente o del medio al cual pertenecen y no únicamente en el área de influencia de su factor ambiental, si es que ello se considera pertinente; por ejemplo, en el caso del parámetro *concentración de material particulado*, su caracterización podría referirse al área de influencia del componente atmosférico o, incluso, al área de influencia del medio abiótico si ello se considera necesario.

Asimismo, la caracterización ambiental del EIA puede contener información sobre aquellos parámetros ambientales que, aún sin resultar impactados, son necesarios para conocer el estado de las condiciones ambientales de factores o componentes de otros medios que sí resultarían impactados por la ejecución del proyecto.

Por ejemplo, dado que el factor *calidad del agua* del componente hidrológico del medio abiótico, guarda una fuerte relación con las comunidades hidrobiológicas (elemento del medio biótico), la caracterización del medio abiótico debe contener información complementaria sobre calidad del agua así el proyecto no la altere, con el fin de brindar un conocimiento integral del estado de las comunidades hidrobiológicas (elemento que sí impacta). La caracterización abiótica sobre calidad del agua en este caso debe corresponder espacialmente al área de influencia en la cual se caracterizan las comunidades hidrobiológicas[127].

En este sentido, las orientaciones sobre caracterización ambiental que se señalan en los siguientes numerales no se refieren específicamente al área de influencia de alguno de los niveles jerárquicos en los que se organiza el ambiente (factores, componentes o medios); es el elaborador del estudio ambiental quien define si la caracterización de un parámetro ambiental específico se desarrolla en el área de

[127] Bajo esta situación hipotética es necesario aclarar, tanto en el EIA como en el MAG, que dicha caracterización responde a la necesidad de contar con información complementaria y no, a la generación de impactos al factor *Calidad del agua*.

influencia del factor ambiental, del componente ambiental o del medio al cual pertenece, o incluso, si se refiere al área de influencia de los factores, componentes o medios con los cuales se relaciona.

Por otra parte, en la caracterización se deben incorporar los insumos, saberes, sugerencias, recomendaciones o alertas *pertinentes* que resulten de los procesos de información y participación con los grupos de interés del área de influencia. La pertinencia de los aportes debe evaluarse y documentarse a partir de su complementariedad respecto de los datos técnicos y científicos obtenidos mediante fuentes secundarias o primarias; de su congruencia con el estado y tendencia de elementos del ambiente con los cuales tenga una relación estrecha[128] y; de su capacidad para revelar elementos del ambiente sobre los cuales la ejecución del proyecto puede exacerbar o generar impactos no considerados previamente. Esta evaluación e incorporación de los aportes contribuye constructivamente a la elaboración del estudio.

Dichos aportes deben ser incorporados de manera expresa en el documento, de tal forma que se evidencie su incidencia en el resultado de este numeral y, en caso de estimarlos como no pertinentes, se deben indicar y sustentar las razones por las cuales no se incluyen en la caracterización. En caso de que los grupos de interés no brinden insumos, saberes, sugerencias, recomendaciones o alertas, esta situación debe consignarse y documentarse en el estudio ambiental.

En cualquier caso, la caracterización por parámetros ambientales debe permitir un conocimiento integral del área de influencia de acuerdo con lo señalado en el literal f) del numeral 1 del capítulo I de esta metodología, a fin de reducir la incertidumbre sobre las características ambientales de dicha área y de los impactos ambientales que se puedan generar con la ejecución del proyecto, obra o actividad y reducir, de esta forma, la posibilidad de que ante la ocurrencia de impactos no previstos, el titular de la licencia (en caso de que ésta sea otorgada) deba demostrar que tales impactos no están asociados a la ejecución de las actividades del proyecto, obra o actividad, o deba generar y presentar información adicional para evidenciar la adecuada gestión de dichos impactos.

Es importante que, al adaptar los lineamientos de la metodología y los requerimientos de información de los términos de referencia a las condiciones particulares de cada proyecto, obra o actividad, se incorporen parámetros e indicadores que brinden información relevante sobre las características ambientales que permitan monitorear los cambios que ocasione su posible ejecución sobre los diversos factores ambientales. Cuando se identifique que cierto lineamiento metodológico o

[128] El estado y tendencia de los elementos del ambiente con los cuales se asocian los aportes, deben haber sido referenciados en otras fuentes secundarias y primarias de información.

requerimiento de información no es aplicable al proyecto, obra o actividad, se debe justificar técnicamente las razones por las cuales no se desarrolla.

Asimismo, cuando el desarrollo de un procedimiento en particular dependa de información secundaria de competencia exclusiva de las autoridades ambientales (p. ej. mapas de zonificación de áreas protegidas o de ecosistemas estratégicos) y dicha información no sea recibida a pesar de haberla solicitado con antelación o no tenga la calidad necesaria, su escala sea menos detallada que la escala de trabajo, no exista o no esté disponible, es necesario que en el estudio ambiental se mencione y documente esta situación.

En caso de existir y de ser aplicable en términos temáticos y de escala, se debe emplear la información y los indicadores ambientales desarrollados por los institutos de investigación del SINA (Ideam, Invemar, Instituto Humboldt, IIAP y Sinchi), PNN y las autoridades ambientales en el marco de la caracterización de la línea base de los Pomca y los Pomiuac.

Asimismo, cuando la autoridad ambiental competente cuente con información de caracterización ambiental para el ámbito regional, se debe procurar el uso de dicho insumo en la elaboración del EIA.

Para el medio socioeconómico se debe presentar información general de línea base sobre el contexto de los municipios en cuya jurisdicción se ubiquen las unidades de análisis territorial seleccionadas. Si se decide considerar al municipio en su totalidad como unidad de análisis territorial, adicional a la información básica de contexto, se debe realizar la caracterización para el municipio según lo establecido en los numerales correspondientes a los componentes del medio socioeconómico, según aplique.

Toda la información geográfica de caracterización ambiental debe ser almacenada y presentada de acuerdo con el Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) adoptado por Minambiente; los datos espaciales deben tener la estructura de capas geográficas, tablas asociadas, dominios, definiciones, clasificaciones o categorías, estándares, documento léame, entre otros lineamientos definidos en la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya.

Previo a la obtención de cualquier tipo de información primaria, sea que ésta sea obtenida por expertos o recopilada mediante la consulta a los grupos de interés, es necesario implementar el conjunto de medidas para la atención de la conflictividad al que hace referencia en el numeral 3.2.1 de este capítulo, a fin de prevenir los malentendidos, situaciones conflictivas e impactos que pueden surgir con la interacción entre formuladores y grupos de interés.

4.1 MEDIO ABIÓTICO

La información de caracterización de este medio debe permitir conocer las condiciones abióticas existentes antes de la ejecución del proyecto. El proceso de obtención, procesamiento y análisis de los factores, parámetros, indicadores y demás, debe ser integral con el fin de determinar las características de los componentes del medio abiótico que se señalan a continuación:

4.1.1 Geológico

Determinar las unidades geológicas aflorantes y de la geología estructural del área regional (orientación de estratos, fallas, pliegues, entre otras), con base en información secundaria verificada y ajustada con control de campo.

Presentar la cartografía geológica con fotointerpretación y control de campo. Se debe complementar la información con planos en planta y en secciones transversales, incluyendo la cartografía de elementos geológicos de carácter local, insumos fundamentales para la formulación de los modelos geotécnicos, hidrogeológicos y sismotectónicos de acuerdo con las particularidades del proyecto.

La caracterización de las unidades geológicas superficiales en áreas marinas debe emplear información geológica oficial y estudios de referencia, complementados con técnicas geofísicas y muestreo de sedimentos. El alcance de la cartografía geológica y de los modelos a elaborar se establece en los términos de referencia.

Ajustar esta información a partir de datos existentes utilizando técnicas disponibles cartográficas y de sensores remotos; este proceso de ajuste debe ser consistente con la nomenclatura geológica nacional, establecida por el Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Generar la información a la escala que establezcan los términos de referencia, o a una más detallada si el análisis lo requiere, de acuerdo con las condiciones particulares del proyecto y su etapa de operación; se debe representar cartográficamente con una escala de presentación que permita su lectura.

La información geológica debe contener lo señalado en los siguientes ítems:

4.1.1.1 Estratigrafía

Definir las unidades litológicas referenciando su edad, origen, espesor, distribución y posición en la secuencia estratigráfica.

Soportar la caracterización de las unidades geológicas superficiales empleando información geológica oficial y estudios de referencia. Se deben caracterizar y cartografiar los depósitos superficiales, incluyendo información sobre porosidad y permeabilidad, espesor, textura, estado de meteorización, color, relación fragmentos/matriz, tamaño y forma de los fragmentos, textura de la matriz, humedad y demás características que permitan determinar los modelos hidrogeológicos y geotécnicos.

En áreas marinas, se deben caracterizar los depósitos superficiales en términos de su espesor, profundidad de capas, textura, tamaño y forma de los fragmentos, composición y color, grado de consolidación y estructura sedimentaria, considerando su influencia en la estabilidad geotécnica y en la interacción con el medio marino.

Presentar las columnas estratigráficas de las rocas sedimentarias y/o en depósitos superficiales, incluyendo los aluviales, en una escala cartográfica de mayor detalle que la escala del mapa geológico del proyecto.

En el caso de evidenciar la presencia de rocas sedimentarias conformadas por partículas tamaño arcilla (arcillolitas / lodolitas) y cuando este tipo de rocas constituyan elementos estructurales de soporte, se deben presentar los resultados de análisis mineralógicos que identifiquen la presencia o no de arcillas con propiedades expansivas, siguiendo los lineamientos establecidos en el numeral 4.1.1.5 (Geotecnia).

En áreas marinas, la viabilidad de la caracterización del sustrato rocoso depende, entre otros factores, del tipo de proyecto, la profundidad de la columna de agua y el alcance requerido en el subsuelo. Por lo tanto, su aplicación debe evaluarse en función de las condiciones ambientales específicas y del tipo de proyecto, obra o actividad.

4.1.1.2 Geología estructural

Presentar la caracterización de las estructuras geológicas regionales y locales, así como los lineamientos fotogeológicos y diaclasas.

Elaborar y presentar el análisis de rasgos tectónicos con base en la interpretación de imágenes de sensores remotos y fotografías aéreas, indicando las frecuencias de direcciones y las zonas de máxima densidad de lineamientos.

Entregar la localización cartográfica y la caracterización de las fallas locales indicando su orientación, sentido, ancho de la zona de falla, presencia de brechas, entre otras características.

Presentar información de la caracterización de las fracturas, incluyendo datos de los planos de fracturamiento y los resultados de los diagramas de paleoesfuerzos, con el fin de establecer fuentes de sismogeneración.

En áreas terrestres, la información relacionada con las unidades estratigráficas y los rasgos estructurales, que está soportada en perfiles estratigráficos, debe tener un registro fotográfico debidamente fechado, identificado y georreferenciado. Para áreas marinas, esa misma información puede basarse en otras fuentes, que deben ser referenciadas en el estudio ambiental.

Si el proyecto, obra o actividad contempla la construcción de túneles, represas, viaductos, actividades mineras, actividades de exploración o explotación de hidrocarburos o, si genera impactos irreversibles o significativos a la estructura geológica en el área de influencia, se debe presentar el modelo geológico prospectado y técnicamente sustentado, del cual se obtenga la siguiente información:

- Definición, localización y cuantificación de las actividades de exploración geológica directa por medio de perforaciones con recuperación de núcleo, e indirecta por medio de prospección geofísica y sus respectivos registros, realizadas sobre los corredores y áreas de las obras subterráneas a construir, tales como túneles de desviación del proyecto, casas de máquinas, pozos, entre otras.

- Determinación de las unidades litológicas y situación geológico-estructural a lo largo del corredor del túnel, que permita conocer la condición geológica del macizo rocoso. Para este propósito se requiere esquematizar el modelo en planta y perfiles longitudinales y transversales a la escala que establezcan los términos de referencia, o a una más detallada si el análisis lo requiere, dependiendo de la longitud del túnel, considerando siempre que se debe brindar la suficiente claridad e ilustración para una adecuada comprensión de las condiciones geológicas de la zona del túnel propuesto.

- Caracterización del macizo rocoso, determinación del estado de las discontinuidades y análisis cinemático del macizo para establecer la posibilidad de falla por la alteración del contorno del túnel. La caracterización del macizo rocoso debe diferenciar los dominios estructurales y la capacidad hidrogeológica; asimismo, se debe anexar el registro de los datos estructurales levantados en campo.

- Determinación de tramos con diferentes calidades de roca y zonificación geológica a lo largo de los ejes de los túneles y en el contorno de las casas de máquinas, dependiendo del estado del macizo (roca sana, roca parcialmente

meteorizada, roca fracturada, roca alterada hidrotermalmente, corredores de falla, entre otras).

- Mapa de formaciones superficiales en términos del origen y estado de material aflorante y su condición como material de ingeniería, diferenciándolo entre suelo depositado, suelo residual, roca meteorizada, saprolito, rellenos antrópicos, entre otros.

Esta información debe ser ajustada a partir de datos existentes, utilizando las técnicas disponibles y manteniendo consistencia con la nomenclatura geológica nacional establecida por el SGC, así como con la establecida en los rangos de dominio del Modelo de Almacenamiento Geográfico. La información cartográfica general del proyecto, obra o actividad debe presentarse a la escala que establezcan los términos de referencia, o a una más detallada si las características de este así lo requieren.

4.1.1.3 Sismicidad

Presentar una descripción de la sismicidad, a partir de la información evaluada para definir el emplazamiento, diseño, construcción y operación del proyecto, obra o actividad.

Presentar el análisis de la información de sismos históricos y su relación con las fallas geológicas cartografiadas, el desarrollo de deslizamientos, los flujos torrenciales, o en general con los procesos denudativos o de transporte de masas.

Considerar, para la información de eventos sísmicos históricos a nivel regional, el registro existente en el catálogo de la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC), el modelo nacional de amenaza sísmica y la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente de 2010 (NSR-10).

4.1.1.4 Geomorfología

Efectuar una caracterización de las geoformas y su análisis morfodinámico. Se debe incluir incluyendo la génesis de las diferentes unidades y su evolución, rangos de pendientes, patrón y densidad de drenaje, entre otras propiedades. Definir las formas del terreno, aplicando el nivel jerárquico de información establecido por alguna de las metodologías vigentes (IGAC o SGC) o aquellas que las modifiquen o sustituyan. Se debe tener en cuenta la escala requerida en los términos de referencia.

Cartografiar de manera precisa los procesos erosivos y morfodinámicos (antrópicos y naturales), así como los procesos de inestabilidad por movimientos en masa e intervención antrópica (p. ej. vías, rellenos, adecuaciones urbanísticas); para este

propósito, en áreas terrestres, incluyendo líneas de costa, se debe efectuar un análisis multitemporal con base en interpretación de fotografías aéreas e imágenes de sensores remotos que permita evaluar la dinámica de dichos procesos, utilizando un rango de tiempo no inferior a 50 años de acuerdo con la información disponible, para lo cual se debe presentar el soporte de la gestión adelantada frente a la autoridad competente. En el medio marino, el análisis se debe basar en el tipo de unidades geomorfológicas y rangos de pendientes identificados en las imágenes o datos batimétricos y acústicos disponibles.

En el análisis geomorfológico se deben incluir las siguientes variables:

- Pendientes de acuerdo con los dominios establecidos en el Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG).

- Áreas de erosión activa (erosión laminar, erosión lineal, cárcavas, cicatrices, grietas, canales, surcos, entre otros tipos).

- Áreas de sedimentación activa (conos de talud, abanicos aluviales activos, lóbulos de sedimentación, barras de sedimentación activas, deltas y áreas en subsidencia relativa con acumulación de sedimentos).

- Clasificación geomorfológica que contemple las formaciones geológicas superficiales, formas, procesos morfodinámicos dominantes (incluidos los erosivos), unidades geomorfológicas, unidades de paisaje y sub-paisaje, según aplique, de acuerdo con el método empleado.

Con la anterior información se debe generar la siguiente cartografía temática:

- Mapa de pendientes de acuerdo con los rangos definidos en el MAG acogido por la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya.

- Mapa morfodinámico que presente la caracterización de los procesos erosivos y denudativos: área, volumen, pendiente, material afectado (unidad geológica), descripción del material desplazado, humedad natural, presencia del nivel freático, tipo (deslizamientos, flujos, reptación), causas, fuente de la información (fotografías aéreas, imágenes satelitales, modelos de elevación digital, o información de campo), año de determinación, año de ocurrencia y una calificación de acuerdo con su actividad (antiguo o reciente, activo o latente). Para aquellos procesos determinados únicamente en las fotografías aéreas antiguas, la caracterización debe incluir al menos al área afectada.

Un análisis de las causas de los procesos morfodinámicos y factores detonantes de la generación de zonas susceptibles a presentar fenómenos de movimientos en masa.

Un análisis de los eventos de torrencialidad con base en la caracterización morfométrica de las unidades de análisis hidrográficas y de avenidas torrenciales, en caso de aplicar. La caracterización debe estar relacionada con la velocidad del movimiento, el volumen de material removido, la distancia recorrida, la granulometría y los factores detonantes del material transportado.

En áreas terrestres y líneas de costa, la presentación del mapa de procesos morfodinámicos debe realizarse para cada período analizado. Es decir, si se interpretan tres décadas, deben entregarse tres mapas de procesos morfodinámicos. En todo caso, se debe presentar un mapa que evidencie el estado actual. En áreas marinas, se debe generar un mapa de procesos morfodinámicos que tenga en cuenta los procesos actuales.

- Mapa de unidades geomorfológicas con énfasis en la morfogénesis.

- Mapa de susceptibilidad por la ocurrencia de procesos erosivos y de susceptibilidad ante procesos de movimientos en masa aplicables a los resultados del análisis de procesos morfodinámicos.

- Mapa de unidades fisiográficas.

Presentar la información a la escala que establezcan los términos de referencia, o a una más detallada si el análisis lo requiere, teniendo en cuenta los dominios establecidos en el MAG. Esta información debe representarse cartográficamente con una escala de presentación que permita su lectura. Se deben adjuntar las imágenes interpretadas.

Para el caso de la geomorfología submarina, la información debe ser obtenida de datos batimétricos en las zonas en donde se vayan a realizar las obras o actividades relacionadas con el proyecto, de forma que sea posible determinar las diferentes geoformas del relieve submarino teniendo en cuenta el grado de detalle establecido en los términos de referencia. Fuera de las áreas de intervención, la información de batimetría puede ser primaria u obtenida de fuentes batimétricas secundarias oficiales, cartas náuticas, modelos batimétricos digitales descargados de bases de datos confiables.

Para el caso de la geomorfología costera, la información debe ser obtenida de la interpretación imágenes de sensores remotos, que permita la caracterización de las

unidades y rasgos geomorfológicos costeros; asimismo, se debe realizar un levantamiento de la línea de costa mediante métodos como los recorridos de línea de costa o toma de imágenes con sensores remotos o drones, a fin de desarrollar un análisis multitemporal que utilice fotografías aéreas e imágenes de satélite para determinar tasas de erosión y acreción sedimentaria que incluya perfiles de playa.

Para el caso de la geomorfología fluvial en proyectos, obras o actividades en los que su desarrollo implique la intervención y la alteración de corrientes hídricas (es posible indicar cuales son susceptibles a análisis presentando el sustento técnico pertinente), es importante la determinación y análisis completo de la dinámica fluvial, estableciendo la envolvente de divagación a través de un análisis multitemporal que emplee imágenes e información disponible de sensores remotos de mínimo 3 épocas (se debe presentar el soporte de la gestión adelantada frente a la autoridad ambiental competente o la argumentación referente a la representatividad de las imágenes y el periodo seleccionado); asimismo, se deben analizar los eventos de crecientes máximas y eventos mínimos para los periodos de retorno de 5,10, 20, 50 y 100 años y presentar las inundaciones máximas en un mapa a escala detallada.

Para el análisis de crecientes máximas y eventos mínimos se debe modelizar la hidrodinámica y el transporte de sedimentos para los periodos de retorno mencionados mediante paquetes informáticos que solucionen modelos en una o dos dimensiones. Al desarrollar modelos de una dimensión se debe considerar que la mayoría de programas informáticos realizan soluciones numéricas de las ecuaciones de Saint-Venant 1D (no estacionario), flujo gradualmente variado (estacionario) y flujo gradualmente variado para diferentes condiciones hidrológicas (cuasi-estacionario); por otra parte, para los modelos en dos dimensiones, los programas normalmente solucionan las ecuaciones de Saint Venant 2D o Shalow Water Equations (mayor costo computacional) u onda difusiva (menor costo computacional).

Siempre se debe incluir la justificación del modelo y las ecuaciones empleadas. No obstante, en proyectos donde se demuestre técnicamente que el cuerpo de agua no presenta antecedentes de desplazamientos históricos relevantes, procesos activos de inestabilidad ni condiciones de aporte significativas de sedimentos, el análisis de transporte de sedimentos puede realizarse de forma cualitativa o simplificada, siempre que se sustente adecuadamente. Esta justificación debe incluir evidencia de campo o cartográfica.

Tabla 17. Ecuaciones por solucionar según cuerpo de agua a modelizar

Tipo	Ecuación
Ríos sinuosos o meándricos	Saint-Venant 2D u onda difusiva

Tipo	Ecuación
Ríos rectilíneos	Saint-Venant 1D o FGV
Ciénagas	Saint-Venant 2D u onda difusiva
Zonas estuarinas	Saint-Venant 2D u onda difusiva
Canales rectilíneos	Saint-Venant 1D o FGV
Modelos hidrológicos distribuidos	Onda difusiva
Modelos de oleaje	Ecuación de acción de onda, ecuación de la pendiente suave y/o Shallow Water Equations.
Modelos de corrientes en el océano	Saint-Venant 2D u onda difusiva

Fuente: ANLA -2020.

4.1.1.5 Geotecnia

Realizar una descripción y zonificación geotécnica mediante el uso de información primaria y secundaria disponible, incluyendo las condiciones existentes con base en la información geológica, geomorfológica, de pendientes, edafológica, hidrogeológica, hidrológica, de coberturas de la tierra, usos del suelo y atmosférica, e indicando los diferentes grados de amenaza ante eventos como: sísmica (sismo, licuefacción, fallas entre otros), hidrológicos (inundación, erosión, sedimentación, entre otras), volcánicos, geológica/hidrogeológica (movimientos en masa, desplazamientos, desprendimientos de roca, hundimientos, expansividad, entre otros) y demás condiciones particulares del sitio.

De conformidad con las particularidades del proyecto, obra o actividad, se debe incluir la caracterización geotécnica de los materiales para determinar índices de resistencia y de deformabilidad, así como las propiedades hidráulicas de los suelos, rocas y macizo rocoso. Esta información constituye el fundamento para la construcción del modelo geológico geotécnico, el análisis de estabilidad, la determinación de la capacidad de saturación en el perfil de los suelos, la evaluación de la capacidad portante y los procesos de licuefacción, así como la valoración de la amenaza geotécnica por las intervenciones propuestas; para ello, es posible emplear las guías del Servicio Geológico Colombiano.

De la misma manera, se debe analizar la información de proyectos o estudios que den mayor claridad del comportamiento de las rocas y su interacción con el proyecto, obra o actividad, de acuerdo con las particularidades y magnitud éste.

Mostrar para la caracterización de las rocas y depósitos, la descripción macroscópica y petrográfica de las muestras analizadas en roca, así como los resultados de ensayos geoquímicos de laboratorio con la información que esté disponible, indicando la composición de los materiales y su potencial uso como fuente de materiales de construcción, en caso de ser requerido por el proyecto, obra o actividad.

Evaluar la presencia de depósitos no consolidados o de coberturas de suelos cuyo comportamiento geotécnico incida en la estabilidad de las laderas y taludes.

Presentar el mapa de zonificación geotécnica con la información obtenida en planta y en perfil a la escala que establezcan los términos de referencia, o a una más detallada si el análisis lo requiere, de acuerdo con las características del proyecto, obra o actividad y con las condiciones particulares del territorio.

4.1.2 Edafológico

La caracterización del componente edafológico debe emplear la información de estudios detallados o semidetallados de suelos; en caso de que éstos no existan, se debe realizar un levantamiento de suelos y establecer su capacidad de uso siguiendo las metodologías oficiales del IGAC, así como realizar un análisis de su estado de conservación o degradación conforme a los protocolos que para tales fines disponga el IDEAM o las instituciones responsables. Esta información, que considera el sistema suelo como parte integral de los ecosistemas, además de brindar elementos para la caracterización ambiental, permite el desarrollo del numeral sobre evaluación ambiental.

Para el levantamiento de suelos se deben delimitar las unidades cartográficas de suelos y determinar en cada una de ellas el contenido pedológico a nivel de familia, considerando sus características físicas, químicas, biológicas y morfológicas, siguiendo las metodologías de las etapas de precampo, campo y poscampo del IGAC que se encuentren vigentes para el levantamiento de información sobre suelos, y desarrollando observaciones de identificación y caracterización de suelos (cajuelas con barrenadas y calicatas, respectivamente).

La Tabla 18 señala los parámetros que se deben considerar para la caracterización ambiental de los suelos; estos parámetros deben ser analizados en caso de que las actividades que comprende el proyecto, obra o actividad produzcan de forma directa o indirecta modificaciones en la condición de línea base de tales parámetros. Cuando exista sospecha de la presencia de sustancias que puedan afectar el suelo por el

desarrollo de actividades previas, resulta conveniente medir los parámetros relacionados a fin de tener elementos que permitan probar durante la etapa de seguimiento (si es que la autoridad ambiental otorga la licencia al proyecto), que tales condiciones no son consecuencia de la ejecución del proyecto, obra o actividad.

Tabla 18. Parámetros fisicoquímicos y biológicos por caracterizar en línea base de suelos

Tipo	Parámetro	Unidad	Técnica o principio[129]
Físico	Color (debe establecerse in situ)	Intensidad, valor/croma	Tabla Munsell
	Velocidad de infiltración (debe establecerse In situ)	cm/h	Anillos infiltrómetros
	Textura (porcentaje de arena, limo y arcilla)	%	Método de Bouyoucos
	Densidad real	g/cc	Picnómetro
	Densidad aparente	g/cc	Cilindro de volumen constante o terrón parafinado, conforme a recomendación técnica
	Porosidad	%	Cálculo
	Retención de humedad (3 puntos/horizonte)	%	Gravimétrico
	Estabilidad estructural	%	Gravimétrico
	Resistencia a la penetración	Mpa	Penetrómetro
Químico	pH	Unidades de pH	Electrométrico
	Nitrógeno disponible	mg/kg	Volumetría

[129] La técnica o principio puede cambiar, lo fundamental es garantizar que se realice en un laboratorio acreditado por organismos competentes para este fin (según la normativa vigente) y asegurar que la que se emplee permita conocer el estado del suelo.

Tipo	Parámetro	Unidad	Técnica o principio[129]
	Fósforo disponible	mg/kg	Colorimetría
	Potasio disponible	mg/kg	Espectrometría
	Nitrógeno total	mg/kg	Volumetría
	Fósforo total	mg/kg	Colorimetría
	Cloruros	mg/kg	Colorimetría
	Conductividad eléctrica	mS/cm o µS/cm	Electrométrico
	Capacidad de intercambio catiónico	meq/ 100g	Volumétrico
	Bases intercambiables (calcio, magnesio, potasio y sodio)	meq/100g	Espectrometría
	Acidez intercambiable	meq/100g	Volumétrico
	Contenido de carbono orgánico	mg/kg	Colorimétrico, volumétrico o combustión
	Grasas y aceites	mg/kg	Gravimétrico o método infrarrojo de partición
	Relación de Adsorción del Sodio (RAS)	meq/L	Cálculo
	Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)	mg/kg	Cálculo
	Arsénico	mg/kg	Espectrometría
	Bario	mg/kg	Espectrometría
	Cadmio	mg/kg	Espectrometría

Tipo	Parámetro	Unidad	Técnica o principio[129]
	Cromo	mg/kg	Espectrometría
	Cobre	mg/kg	Espectrometría
	Hierro	mg/kg	Espectrometría
	Manganeso	mg/kg	Espectrometría
	Mercurio	mg/kg	Espectrometría
	Plomo	mg/kg	Espectrometría
	Selenio	mg/kg	Espectrometría
	Silicio	mg/kg	Espectrometría
	Zinc	mg/kg	Espectrometría
Biológico[130]	Cuantificación de microorganismos solubilizadores de fosfato	UFC/g suelo seco	Recuento en placa por siembra en superficie
	Cuantificación de microorganismos celulolíticos aerobios	UFC/g suelo seco	Recuento en placa por siembra en superficie
	Cuantificación de hongos y bacterias	UFC/g suelo seco	Recuento en placa por siembra en superficie
	Cuantificación de microorganismos del ciclo del nitrógeno (fijadores de nitrógeno)	UFC/g suelo seco	Recuento en placa por siembra en superficie

En el reporte del análisis precisar para cada parámetro la técnica utilizada, sus límites de cuantificación y detección, así como las observaciones pertinentes, adicionalmente, incluir los valores de referencia vigentes EPA de los Regional Screening Levels (RSLs)

[130] Los análisis de este tipo de parámetros deben ser desarrollados cuando la localización del área de influencia permita trasladar muestras viables a laboratorios acreditados (por organismos competentes según la normativa vigente establezca).

[131] para cada uno de los compuestos medidos, destacando los valores que resulten mayores a los establecidos en dicha norma. Si con posterioridad a la adopción de esta metodología, Minambiente establece una norma nacional sobre Límites Genéricos Basados en Riesgo (LGBR), la comparación de los valores de línea base deberá realizarse con los límites que en ella se establezcan.

Si los resultados analíticos arrojan valores vinculados a la presencia de sustancias o con condiciones físicas que puedan ser el resultado del desarrollo de actividades industriales previas, esta situación debe ser informada de inmediato a la autoridad ambiental. En todo caso, tales resultados deben ser incorporados en el estudio ambiental.

El análisis del estado actual de degradación de los suelos se debe realizar empleando como referencia los protocolos de identificación y evaluación de la degradación de los suelos por erosión (Ideam, 2015), salinización (Ideam, 2017) y desertificación (en zonas secas) (Ideam, 2010), a nivel local, determinando las zonas con diferentes grados de erosión, salinización o desertificación, las causas de la degradación y los impactos ocasionados.

4.1.3 Uso de las tierras

La caracterización sobre uso de las tierras se debe realizar a partir de la información que se señala a continuación, a la escala que definan los términos de referencia o a una más detallada si el análisis así lo exige[132].

- Mapa digital de capacidad de uso de la tierra (IGAC): este mapa debe elaborarse con la información obtenida en el numeral 4.1.2 de este capítulo, y en él se deben establecer unidades cartográficas de suelos que incluyan la clase, subclase y grupo de manejo, siguiendo la versión vigente de la Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso del IGAC, con el fin de determinar las principales limitantes del suelo que los hacen más vulnerables a la degradación.

- Mapa de uso actual: debe elaborarse a partir de las coberturas de la tierra identificadas mediante la aplicación de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (Ideam, 2010) o sus versiones oficiales posteriores, la fotointerpretación e interpretación de imágenes de satélite (sensores remotos) y del control de campo. Asimismo, el mapa debe incorporar información sobre el

[131] Disponible en: https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables
[132] En la actualidad el IGAC cuenta con información a escala 1:25000 e incluso más detallada para determinadas áreas del país, por tanto, debe consultarse esta fuente de información.

estado actual de los suelos (degradación por erosión, salinización, desertificación, entre otros) con base en información primaria y secundaria.

- Mapa de uso del suelo: este mapa debe presentarse a partir de la consulta de los usos principales, compatibles, complementarios, restringidos y prohibidos del suelo establecidos en los instrumentos de ordenamiento territorial[133].

- Mapa de zonificación de manejo de áreas protegidas y mapa de zonificación de manejo de ecosistemas estratégicos para las áreas protegidas o los ecosistemas estratégicos identificados en el área de influencia[134].

- Mapa digital de clasificación de las tierras por su oferta ambiental: representa las áreas de oferta ambiental que resulta de la suma de los bienes, funciones y servicios provistos por los sistemas naturales, transformados y los sistemas antrópicos, determinados a partir del levantamiento general de suelos a escala 1:100.000. Contiene la clasificación de las áreas de conservación y protección ambiental, las áreas de producción agrícola, ganadera y explotación de recursos naturales, las áreas de susceptibilidad y amenazas y las áreas consideradas como de patrimonio cultural de la Nación.

- Mapa digital de conflictos de uso: representa la distribución de los tipos de conflictos de uso del territorio, generados a partir del análisis de oferta y demanda ambientales, expresados como una correspondencia entre el uso actual y el potencial recomendado, o como la discrepancia entre éstos por sub o sobreutilización del medio natural.

4.1.4 Hidrológico

Señalar las áreas, las zonas, las subzonas y los niveles hidrográficos subsiguientes (de acuerdo con la zonificación hidrográfica nacional del Ideam y Minambiente), así como los niveles subsiguientes definidos por las autoridades ambientales competentes, en caso de existir, en los que se localiza el área que se está caracterizando; se debe señalar también su toponimia y distinguir los sistemas lénticos y lóticos. En caso de no existir niveles subsiguientes, se deben definir unidades

[133] Se debe recordar que estos instrumentos incorporan las determinantes de ordenamiento territorial, entre ellas, las asociadas con la conservación, la protección del ambiente y los ecosistemas y las de interés para proteger el derecho humano a la alimentación de los habitantes del territorio nacional localizadas dentro de la frontera agrícola (p. ej. APPA).
[134] Este mapa debe ser suministrado por las entidades o personas encargadas de administrar las áreas protegidas o por las autoridades ambientales con jurisdicción en los ecosistemas estratégicos. En caso de que no exista o de no obtener respuesta de tales entidades o personas, esta situación debe ser señalada y documentada en el estudio ambiental.

hidrográficas de análisis a la escala establecida en los respectivos términos de referencia, o a una de mayor detalle utilizando la cartografía oficial disponible.

Compilar para las subzonas hidrográficas, los datos hidroclimáticos disponibles de la red nacional de referencia del Ideam, así como de otras redes existentes en el ámbito regional. La escala temporal de los datos debe ser diaria y la longitud mínima de la serie debe ser de diez (10) años. Debe indicarse la longitud temporal de datos disponibles y el análisis de incertidumbre derivado de su uso y tratamiento con el objetivo de concluir si las series hidrológicas a utilizar son adecuadas para los objetivos del proyecto.

Cuando no exista información disponible de estaciones del Ideam o de las autoridades ambientales con adecuada representatividad sobre el área objeto de caracterización, la información para la obtención de los datos hidroclimáticos puede ser tomada de los modelos globales o de re-análisis global, obtenidos de fuentes de adecuada idoneidad científica y que puedan ser validadas y procesadas para obtener una adecuada resolución sobre el área de influencia. Ejemplos de modelos de clima o tiempo son CFRS, ERA 40, CAM y WRF.

Efectuar un análisis objetivo de la calidad y consistencia de los datos hidroclimáticos que incluya pruebas estadísticas paramétricas y/o no paramétricas sobre homogeneidad, consistencia y determinación de datos anómalos; de ser posible, hacer el completado de las series, indicando claramente el método adoptado y efectuar la caracterización estadística básica de las series de tiempo tratadas.

Realizar una correlación de las series temporales, a escala mensual, con la de indicadores de ocurrencia de fenómenos macroclimáticos con influencia en la hidroclimatología colombiana (p. ej. El Niño-Oscilación del Sur, Oscilación del Atlántico Norte, Oscilación Quasi-Bienal, Oscilación Decadal del Pacífico). En los casos de encontrarse correlación en las variables, principalmente de precipitación y caudal, clasificar los períodos hidrológicos en húmedos, normales y seco, considerando el concepto de año hidrológico.

Dicha información debe complementarse con el análisis de tasa de cambio de la precipitación y temperatura teniendo en cuenta el efecto de los escenarios de cambio climático generados por el Ideam o cualquier información de las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP por sus siglas en inglés) definidas y validadas técnica o científicamente por una entidad con conocimientos climatológicos, usando al menos el valor máximo y mínimo de cada variable para un período de mínimo 20 años en el intervalo de tiempo comprendido entre los años 2021 y 2100. El análisis permite asociar los posibles efectos en la oferta hídrica, incidencia en la ocurrencia de eventos de amenaza y con ello en la planificación de aprovechamiento del recurso o la inclusión de medidas manejo ante posibles contingencias.

Presentar las principales características morfométricas (área, perímetro, pendiente media, índice de compacidad, factor de forma, tiempos de concentración, índice de sinuosidad, densidad de drenaje y corrientes, patrones de drenaje regionales y locales) de las unidades de análisis hidrográficas asociadas a los puntos de intervención por captación, vertimiento u ocupación de cauce, así como de la unidad hidrográfica de análisis (como mínimo niveles subsiguientes de las subzonas en la que se encuentra localizada el área objeto de caracterización).

Caracterizar el régimen hidrológico de las unidades de análisis hidrográficas asociadas a los puntos de intervención por captación, vertimiento u ocupación de cauce, en los casos que la información hidrológica lo permita, considerando en el análisis los valores normales (anuales, mensuales y diarios), así como los extremos (máximos y mínimos), frecuencia de presentación, duración, momento de ocurrencia, tasa de cambio. Para el análisis de eventos extremos (máximos y mínimos) se deben considerar los efectos de la variabilidad climática en el régimen, por tanto, se deben realizar análisis no estacionarios (los períodos de retorno mínimos a considerar deben ser: en caudales máximos, 2, 2.33, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años; en caudales mínimos, 2, 5, 10, 15 y 20 años). Lo anterior a partir de registros diarios.

Generar series sintéticas a escala diaria en los cauces susceptibles de intervención con ausencia de información (series de datos con periodos temporales inferiores a 10 años o con series cuyo análisis indique una incertidumbre importante en los resultados obtenidos), a partir de metodologías de transformación de la lluvia en escorrentía que consideren la variabilidad de las características fisiográficas y climáticas de la cuenca hidrográfica y sus unidades hidrográficas de análisis, considerando igualmente cuando aplique: interacciones agua superficial – agua subterránea (incluidos cambios en el nivel freático y flujo base) y las de los sistemas léntico–lótico. Se debe establecer claramente el modelo conceptual, sus parámetros, la información utilizada, la metodología de implementación, y la estrategia de calibración y validación en función de la información utilizada, considerando la representatividad de los procesos hidrológicos predominantes en la unidad hidrográfica analizada.

Conforme a lo mencionado, la calibración y validación se debe realizar mediante pruebas de bondad de ajuste usando 2/3 de la información diaria o mensual para calibrar y el 1/3 restante para validar, resaltando que la información debe contar con registros de mínimo 10 años. En ese contexto se deben realizar pruebas de coeficiente de correlación y de Nash-Sutcliffe para la serie de caudales medios diarios, según las recomendaciones de Molnar (2011). En lo posible no emplear datos cuya prueba de calibración y validación haya resultado como mínimo en la categoría “malo” o “insuficiente” conforme a los rangos de ajuste que se presentan en la Tabla 19 y en la Tabla 20. En caso de no lograr la categoría recomendada (por ejemplo, por falta de

calidad en la información hidrológica), se debe suministrar la justificación técnica correspondiente.

Tabla 19. Coeficiente de correlación

Coeficiente de correlación	Categoría
R < 0,5	Malo
0,5 ≤ R < 0,7	Regular
0,7 ≤ R < 0,8	Bueno
0,8 ≤ R < 1,0	Excelente
R = 1,0	Perfecto

Fuente: Molnar (2011).

Tabla 20. Nash-Sutcliffe

Nash-Sutcliffe	Categoría
N-S < 0,2	Insuficiente
0,2 ≤ N-S < 0,4	Satisfactorio
0,4 ≤ N-S < 0,6	Bueno
0,6 ≤ N-S < 0,8	Muy bueno
N-S ≥ 0,8	Excelente

Fuente: Molnar (2011).

Construir, para las series de caudal observadas o generadas sintéticamente, las respectivas Curvas de Duración de Caudales estimadas con series diarias y presentadas a escala mensual en cada uno de los puntos susceptibles de intervención por captación, vertimiento u ocupación de cauce. Igualmente, se debe presentar un resumen gráfico de las series diarias, mensuales y anuales de caudal utilizando diagramas de cajas y bigotes (boxplots), en donde se indiquen los valores máximos, medios y mínimos, y los cuartiles. Estimar la oferta hídrica superficial total y disponible para las unidades hidrográficas de interés, y cuando aplique, para los puntos de captación de este.

Estimar el índice de aridez (IA) y el índice de retención y regulación hídrica (IRH) para las unidades de análisis hidrológico definidas, de acuerdo con la propuesta metodológica del Ideam para la escala de trabajo (Evaluaciones Regionales del Agua), respecto a su estimación y representación espacial.

A partir de la información primaria y secundaria disponible, en caso que la autoridad ambiental no haya realizado la determinación de la oferta hídrica disponible para cada cuerpo afectado, se debe estimar la oferta hídrica superficial total y disponible para cada mes para los cuerpos de agua con intervención; de igual forma, se debe estimar la oferta hídrica superficial total y disponible para los cuerpos de agua no intervenidos permanentes e intermitentes que se encuentran identificados a una escala mínimo 1:10000 y señalar características básicas de éstos (estado, usuarios, infraestructura, entre otras). Lo anterior teniendo en cuenta que la oferta hídrica disponible es la oferta hídrica total menos el caudal ambiental y que el caudal ambiental estimado en el escenario sin proyecto es aquel que se debe conservar puesto que permite cumplir con la definición de la normativa ambiental vigente en términos de calidad y régimen hidrológico requerido para mantener la funcionalidad y resiliencia de los ecosistemas acuáticos continentales y la provisión de servicios ecosistémicos.

Estimar el caudal ambiental[135] para el cuerpo de agua principal con intervención, en las unidades hidrográficas de interés, en sitios estratégicos que sean de interés por intervención o posible afectación y en cada uno de los puntos susceptibles de intervención por captación o vertimiento en aguas superficiales a escala mensual con datos diarios, en caso de estar definidos. Se debe implementar una metodología o conjunto de métodos técnicamente válidos que describan el régimen.

Para estimar el caudal ambiental, acorde a las particularidades de territorio y la heterogeneidad morfológica en los cuerpos de agua, es posible emplear métodos estimativos o estadísticos, tales como los descritos en la Resolución 2130 de 2019, Gopal (2016), Poff et al. (2017), ANLA (2013), UNAL (2014), los estudios nacionales del agua y en Richter et al. (1997).

También se puede establecer y sustentar una metodología particular, siempre que se base en información disponible (incluida la generada por autoridades o entidades encargadas de regular el recurso hídrico) y que su rigor técnico y metodológico permita caracterizar adecuadamente el régimen hidrológico mensual del tramo o longitud de los cuerpos de agua susceptibles de afectación[136].

Cuando se caractericen servicios ecosistémicos en los que los cuerpos de agua superficial constituyan su estructura prestadora, la evaluación de tales servicios debe relacionar mediante indicadores, los cambios en el régimen hidrológico con el

135 De acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.3.3.1.3 del Decreto 1076 de 2015, el caudal ambiental es el "Volumen de agua por unidad de tiempo, en términos de régimen y calidad, requerido para mantener el funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas acuáticos y su provisión de servicios ecosistémicos".

136 Lo anterior hasta que sea expedida una guía para la estimación de caudales ambientales en el ámbito nacional.

funcionamiento de los ecosistemas y su capacidad para proveer servicios. Así, se debe analizar cómo las modificaciones en el caudal afectan procesos ecológicos clave, como la dinámica de nutrientes, la estructura del hábitat, la conectividad ecológica, los ciclos de vida de especies acuáticas y terrestres dependientes del agua que, pueden alterar la provisión de servicios como la potabilización del agua, el mantenimiento de pesquerías, la recarga de acuíferos, la protección contra inundaciones y la disponibilidad de espacios para actividades recreativas y culturales, por ejemplo.

4.1.4.1 Clima

Describir y analizar las condiciones meteorológicas mensuales multianuales a nivel regional representativas, contemplando precipitación media anual y mensual, temperatura media, máxima y mínima mensual y anual, velocidad y dirección del viento y otras estimadas a partir de estas variables como la evapotranspiración potencial y real anual y mensual, durante un período mínimo de quince (15) años con el fin de incluir en los análisis los fenómenos de variabilidad climática (p. ej. Niña y Niño), con base en información de las estaciones meteorológicas existentes de entidades públicas en la región avaladas por el Ideam, las cuales deben estar debidamente georreferenciadas.

Para el caso del análisis de vientos se deben incluir aspectos de dirección, velocidad y frecuencias con las 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 de medida.

Cuando no exista información disponible de estaciones meteorológicas avaladas por el Ideam, la información meteorológica puede ser tomada de los datos de re-análisis global, obtenidos directamente de internet, de fuentes de adecuada idoneidad científica y que puedan ser validadas, como por ejemplo modelos de clima o tiempo (CFRS, ERA 40, CAM, MM5, entre otros), modelizando el año más reciente. Como paso previo a la selección de la fuente de datos se debe realizar un análisis estadístico del error mediante el proceso de re-análisis, comparando los resultados obtenidos con los datos de algunas estaciones localizadas en el área de influencia o de las más cercanas a la misma, si no existen estaciones dentro de tal área.

Para este caso se requiere que, en el documento, se establezca claramente la fuente de la información, mencionando el periodo que se analiza, la resolución de la información, el tipo de dato procesado y las variables contenidas en un formato de texto de fácil manipulación y visualización.

4.1.4.2 Calidad del agua

Realizar la evaluación de la calidad del agua continental en los cuerpos de agua susceptibles de intervención o de ser impactados; asimismo, debe evaluarse la calidad del agua en líneas de costa, zonas marino-costeras y oceánicas cuando los proyectos, obras o actividades puedan afectarlas. Todas las actividades y la determinación de criterios sobre las campañas de monitoreo, definición de puntos, muestreos y reporte de resultados deben realizarse con base en los protocolos y manuales para el seguimiento y monitoreo del recurso hídrico superficial y subterráneo definidos por el Ideam.

Asimismo, los puntos de monitoreo deben ser representativos y pertinentes con respecto al el área de influencia, considerando los patrones de drenaje aguas arriba y aguas abajo de las zonas intervenidas, así como tramos clave a lo largo del área de influencia. La caracterización hidrológica debe considerar como mínimo dos (2) periodos climáticos contrastantes (por ejemplo, un periodo seco y uno húmedo o de transición) de acuerdo con la variabilidad climática e hidrológica de la región.

El diseño del monitoreo debe seguir el Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua, elaborado por el Ideam (2017), o aquel que lo modifique o sustituya y puede complementarse con metodologías ajustadas al tipo de cuerpo de agua y al objetivo del análisis. El propósito es obtener información representativa del comportamiento de los cuerpos de agua bajo diferentes condiciones estacionales y operativas. En casos debidamente justificados, es posible sustentar técnicamente ante la autoridad ambiental que la realización de una única campaña climática para la caracterización es suficiente y que no compromete la representatividad ni la rigurosidad del diagnóstico hidrológico.

En aguas marinas, la caracterización debe realizarse conforme a los periodos climáticos representativos de las condiciones oceanográficas del área (mínimamente dos), definidos con base en información sobre condiciones climáticas y oceanográficas del sitio. Para ecosistemas oceánicos, se puede realizar un solo muestreo, siempre que se complemente con información secundaria disponible y se justifique la representatividad de los datos en función de la estabilidad oceanográfica del área.

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

Anexar el informe sobre la toma de muestras, el cual debe presentar los protocolos de monitoreo, toma, preservación, transporte y análisis de muestras, con su respectivo registro fotográfico y copia del registro de la cadena de custodia. El laboratorio debe

contar con resolución de acreditación vigente otorgada por el Ideam, en el caso en el que un laboratorio sea subcontratado por otro, este debe anexar de igual manera, su certificación correspondiente.

Los parámetros para monitoreo son establecidos en los respectivos términos de referencia.

Hasta tanto no se cuente con la capacidad analítica en el país, se aceptan los resultados de análisis que provengan de laboratorios extranjeros acreditados en la norma ISO 17025 (versión vigente).

Adicionalmente, para la ejecución y diseño del muestreo, es posible seguir las siguientes normas establecidas por Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización ICONTEC o las que las actualicen o complementen: NTC-ISO 5667-10, NTC-ISO 5667-11, NTC-ISO 5667-13, NTC-ISO 5667-2, NTC-ISO 5667-4, NTC-ISO 5667-9, NTC 3945, NTC-ISO 5667-12, NTC-ISO 5667-15, NTC-ISO 5667-19, NTC-ISO 5667-1, NTC-ISO 5667-14, NTC-ISO 5667-18, NTC-ISO 5667-16, NTC-ISO 5667-3, NTC-ISO 5667-6 y NTC 3948.

Realizar el análisis de los resultados de los monitoreos realizados, calculando índices de calidad del agua (ICA, ICOMO, ICOMI, ICOSUS e ICOTRO), incluyendo el análisis de variación de la calidad aguas arriba y aguas abajo de los sitios susceptibles de intervención (dentro del área de influencia), para las dos (2) condiciones hidrológicas, buscando contar con información representativa del comportamiento de los cuerpos de agua, bajo condiciones diversas. Es posible presentar índices diferentes a los mencionados anteriormente, siempre y cuando se justifique el cambio, y el grado de análisis y representatividad sea el mismo o superior al de los índices sugeridos. En el caso de las aguas marinas, el índice de calidad del agua por calcular es el ICAM; el análisis de variación de la calidad del agua se debe realizar a lo largo de la columna de agua, a nivel horizontal (teniendo en cuenta las direcciones de las corrientes) y entre épocas climáticas, cuando eso sea pertinente, por la características y ubicación del proyecto, obra o actividad.

4.1.4.3 Usos del agua

Detallar los usos actuales y potenciales de los cuerpos de agua susceptibles de intervención por el uso y aprovechamiento del recurso, así como de aquellos presentes en el área de influencia, que estén expuestos a los posibles impactos por el desarrollo del proyecto, para lo cual se deben tener en cuenta 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), Sistema de

Información del Recurso Hídrico (SIRH) y demás reglamentaciones o fuentes de información existentes, en caso de que existan dichos instrumentos.

Señalar los usos establecidos en el Decreto 1076 de 2015 (artículo 2.2.3.3.2.1) o aquel que lo modifique o sustituya, cuantificando la demanda por uso, utilizando información presuntiva, primaria y/o secundaria (aquella que esté disponible en la autoridad ambiental competente).

Cuando los cuerpos de agua no tengan definidos sus usos en el marco de un Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) o mediante objetivos de calidad existentes, el proyecto debe determinar los usos actuales del agua. Para ello, es fundamental la articulación con la autoridad ambiental competente; este proceso debe armonizar la información de campo recopilada por el elaborador del estudio con la visión y la estrategia de gestión integral del recurso hídrico de dicha autoridad.

Esta articulación es un proceso continuo, debe ir más allá de un simple intercambio de información y enfocarse en la colaboración estratégica, donde se puede abordar bajo los siguientes ítems:

- Mesas de trabajo con la autoridad ambiental competente y la ANLA, cuando aplique, con el objetivo de presentar la información hidrológica, de calidad del agua y usos detallados recopilada, así como de integrar la visión de la autoridad y analizar la información presentada.

  Se debe presentar el análisis de usos actuales del agua a la autoridad ambiental e incorporar su retroalimentación. Esto incluye la socialización de los datos de campo, información presuntiva, primaria o secundaria y los criterios para la clasificación de los usos.

- Alineación con la planificación regional. Es fundamental que la identificación de usos esté alineada con los instrumentos de planificación y administración del recurso hídrico de la autoridad ambiental, como los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA), Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas (PMAM), Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA) y reglamentación del uso de las aguas y de vertimientos.

Finalmente, se deben determinar los conflictos por el uso del agua actuales en relación con la disponibilidad y calidad del recurso, de acuerdo con el inventario de usos, usuarios y el análisis de la dinámica hidrológica. Para determinar los conflictos por el uso del agua se deben tener en cuenta, entre otros, las problemáticas ambientales y otros conflictos socioambientales asociados; asimismo, se debe verificar que los usos definidos en el PORH concuerdan con los usos existentes (cuando los cuerpos de

agua cuentan con este instrumento); si no hay concordancia con lo observado en campo, esto puede tomarse como un indicio de conflicto por el uso del agua.

Como soporte de la identificación de los usos actuales se debe anexar registros fotográficos, bitácora de campo, censo de usuarios y demás documentos que den cuenta de los espacios realizados con la autoridad ambiental y las visitas de campo.

4.1.5 Hidrogeológico

El propósito de la información que debe incluir este componente es definir y caracterizar las unidades hidrogeológicas existentes, a fin de establecer una línea base que brinde elementos para determinar su viabilidad, formular las medidas de protección a que haya lugar y definir un punto de referencia para el posterior monitoreo en términos de calidad y cantidad del agua subterránea y de sus ecosistemas conexos.

Se deben determinar los diferentes niveles acuíferos de carácter regional, intermedio y local, sus zonas de recarga, tránsito y descarga, dirección y movimiento del flujo, el tipo de acuífero, calidades y tipos de usos actuales y potenciales (a partir de información oficial), considerando además, las investigaciones hidrogeológicas realizadas en la zona por diferentes instituciones, así como los planes de manejo ambiental de acuíferos, los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y la reglamentación aplicable que posea la autoridad ambiental competente.

Como guía para el abordaje de las diferentes fases solicitadas pueden utilizarse los Lineamientos conceptuales y metodológicos de la Evaluación Regional del Agua – ERA (Ideam, 2013), el Estudio Nacional del Agua 2018, la Guía metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos (Minambiente, 2014) y los lineamientos vigentes para la presentación de mapas hidrogeológicos del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

El resultado de esta caracterización es un Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC) orientado a representar el conocimiento sobre el funcionamiento de las unidades hidrogeológicas susceptibles de intervención o afectación por el proyecto, obra o actividad; para su formulación, se debe realizar la caracterización de cada uno de los siguientes elementos:

- Geológicos. A partir de la información consignada y analizada en la sección 4.1.1 del capítulo III de la presente metodología, se debe establecer el comportamiento hidrogeológico de cada una de las unidades geológicas identificadas. Para los medios fracturados identificados se debe determinar y caracterizar lineamientos, fallas y fracturas, indicando buzamiento y orientación, espesor, permeabilidad, presencia de brechas, entre otras características, y establecer su

comportamiento como barrera de baja o alta permeabilidad o condición preferencial de flujo.

- Geofísicos. Se debe efectuar un estudio geofísico representativo, incluyendo los parámetros de adquisición, la descripción del método geofísico empleado, justificando su selección de acuerdo con las condiciones geológicas-estructurales particulares del área. Se debe realizar la interpretación y correlación de las unidades litológicas con sus valores geofísicos obtenidos respecto a las unidades litológicas presentes. Adicionalmente, se debe presentar un mapa y perfiles con la distribución espacial de los puntos de medición y captura de datos geofísicos. Se debe suministrar tanto los datos de campo, como la interpretación de estos incluyendo un análisis de certidumbre de resultados.

- Modelo geológico-geofísico. Con base en la información geológica (p. ej. pozos, perforaciones, columnas estratigráficas) y los resultados de los métodos geofísicos, se debe construir un modelo tridimensional con sus respectivos perfiles, en el cual, se determine la geometría de cada una de las unidades geológicas, la profundidad del techo y base, sus espesores promedio, total y saturado, continuidad y extensión lateral y sus fronteras permeables, impermeables y semipermeables, identificando las discontinuidades geológicas y estructurales (fallas, zonas fracturadas, karst), propiedades de las formaciones geológicas, porosidad y estructura del subsuelo.

- Unidades hidrogeológicas. Se deben determinar y clasificar las unidades hidrogeológicas definidas en el modelo geológico-geofísico, indicando el nombre de la formación o formaciones geológicas que la conforman y sus características litológicas, texturales y estructurales que condicionan y describen el comportamiento hidrogeológico. La nomenclatura de las unidades hidrogeológicas debe realizarse según la metodología de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH) señalada en el documento de Struckmeier & Margat (1995) o aquella que la modifique o sustituya.

- Interconexión agua superficial y subterránea. Se debe establecer la conexión hidráulica entre todos los cuerpos de agua superficial y los diferentes niveles acuíferos calculando el flujo base para cada uno, realizando estimaciones representativas de conductancia en el lecho, así como las fluctuaciones estacionales que pueden presentarse en dicha conexión. Para la validación de este requerimiento se debe utilizar la información de niveles freáticos y piezométricos, hidrogeoquímicos señalados más adelante.

- Recarga potencial. Para la estimación de la recarga potencial se debe realizar una evaluación hidrológica identificando las fuentes que aportan a la recarga del

sistema hidrogeológico o aquellas que son alimentadas por el sistema, indicando la tasa de recarga potencial, el tipo y su distribución espacial. Para ello se debe emplear una metodología reconocida y publicada en revistas indexadas, artículos nacionales o internacionales o acogida por instituciones nacionales o internacionales, que aplique según las condiciones del caso de estudio. De acuerdo con la información disponible, se debe realizar un análisis en un escenario crítico que tenga en cuenta los efectos climáticos del fenómeno ENSO (Niño).

- Inventario de puntos de agua subterránea. Se debe efectuar el inventario de puntos de agua subterránea incluyendo pozos (de captación y de despresurización), manantiales, aljibes y piezómetros. Cada punto debe estar georreferenciado y nivelado topográficamente indicando profundidad, nivel estático, unidad geológica e hidrogeológica captada, caudal de extracción o descarga (en litros por segundo), usos y usuarios del agua, y su estado (en uso, inactivo, abandonado o desmantelado). Se debe presentar el Formulario único nacional de inventario de puntos de agua (Funias) totalmente diligenciado para todos los puntos inventariados. Se debe indicar aquellos puntos de agua subterránea que pueden ser afectados por el proyecto, obra o actividad y describir el grado de intervención o afectación esperado (descenso del nivel piezométrico, agotamiento, afectación a sus características fisicoquímicas, entre otras.). Todos los puntos inventariados deben estar correctamente codificados y mantener dicha numeración o codificación en cada uno los componentes del modelo hidrogeológico conceptual.

- Uso actual del agua subterránea. Con base en los resultados del inventario de puntos de agua subterránea, se deben establecer los caudales de extracción y descarga, así como los usos que actualmente se le da al agua subterránea teniendo en cuenta el análisis estadístico sobre la demanda actual de agua para consumo humano, uso doméstico, industrial, agropecuario o cualquier otro uso.

- Principales direcciones de flujo del agua subterránea. Se deben determinar a partir del modelo geológico, geofísico y de los niveles freáticos y piezométricos medidos en los puntos de agua subterránea inventariados. Se deben construir mapas piezométricos o de isopiezas para cada unidad hidrogeológica, determinando los sistemas de flujo locales, intermedios y regionales. Se debe representar en un bloque diagrama las direcciones de flujo, en el cual, se relacionen las zonas de recarga, tránsito y descarga. Se debe indicar claramente la dirección del agua subterránea mediante la elaboración de la red de flujo (líneas equipotenciales y de flujo), explicando los métodos de interpolación o elaboración de los mapas de isopiezas o piezométricos. De presentarse alguna

conexión hidráulica entre unidades geológicas se debe realizar su respectiva explicación con sustento hidrogeológico.

- Hidráulica. Deben estimarse los parámetros hidráulicos (conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, radio de influencia, capacidad específica y rendimiento o producción específica), de las diferentes unidades hidrogeológicas identificadas en el modelo geológico-geofísico. El tipo de ensayo hidráulico debe estar en consonancia con el tipo de medio a caracterizar (poroso, fracturado o kárstico) y con la profundidad de las unidades.

  Para la estimación de parámetros hidráulicos a través de pruebas de bombeo, éstas deben permitir conocer espacial y temporalmente el comportamiento del cono de abatimiento generado tanto en el pozo bombeado como en el pozo de observación (en caso de contar con él), a fin de estimar los parámetros hidráulicos durante los tiempos de bombeo y recuperación. Inicialmente, la etapa de bombeo debe tener una duración entre 24 a 72 horas siempre y cuando no se alcance un régimen estacionario en un periodo de tiempo inferior y la etapa de recuperación alcance un 95 a 100% del abatimiento registrado en el pozo bombeado. La frecuencia de medición de niveles (abatimiento y recuperación) debe garantizar alrededor de 10 observaciones por ciclo logarítmico del tiempo para elaborar la curva de abatimiento contra tiempo. Para la medición de los niveles de abatimiento y recuperación se debe utilizar en lo posible transductores de presión. Los datos obtenidos a través de los transductores deben ser sujetos a una corrección barométrica.

  Para las pruebas hidráulicas, en caso de ser posible, se debe contemplar el uso de pozos de observación que capten los mismos niveles acuíferos del pozo bombeado. Se pueden usar pozos existentes siempre y cuando se conozca su diseño y capten la misma unidad geológica acuífera de la cual se hace el bombeo. Se deben suministrar los datos de campo de niveles contra tiempo y control del caudal durante la prueba en el pozo bombeado, y niveles contra tiempo en pozos de observación (siempre y cuando sea posible contar con estos pozos de observación) y parámetros hidráulicos interpretados.

  Para la interpretación de los datos se deben utilizar gráficas diagnóstico que permitan identificar el tipo de acuífero y las condiciones de frontera del sistema (p. ej. goteo, cargas constantes, efectos del pozo, entre otras) y así justificar los métodos analíticos o numéricos empleados para la estimación de los parámetros hidráulicos. Se deben realizar y presentar mapas de las propiedades hidráulicas para cada unidad geológica acuífera caracterizada y se debe analizar su isotropía, determinando su estado de confinamiento (libre, semiconfinado, confinado).

Cuando se empleen ensayos diferentes a las pruebas de bombeo, como pruebas de pulso o “slug”, Lefranc, Lugeon, Gilg-Gavard u otro tipo de pruebas (pruebas de carga ascendente, descendente y de cabeza constante; pruebas con empaques, entre otras), se deben presentar e interpretar los resultados en el marco de la caracterización hidráulica de las unidades geológicas, justificando e indicando la validez de los parámetros interpretados en cuanto a su extensión espacial. Para la medición de la variación de niveles piezométricos en pruebas tipo Lefranc o Slug, se debe utilizar en lo posible transductores de presión, considerando que los datos obtenidos a través de los transductores deben ser sujetos a una corrección barométrica.

- Hidrogeoquímica y calidad del agua. Se debe realizar la caracterización hidrogeoquímica y de calidad del agua subterránea con base en el muestreo de puntos de agua representativos de las unidades hidrogeológicas identificadas. En caso de que no existan puntos de agua subterránea para los acuíferos que puedan verse afectados por el proyecto, obra o actividad, se deben proponer de acuerdo con las particularidades del mismo y con los requerimientos de los correspondientes términos de referencia, las medidas de seguimiento y monitoreo del estudio ambiental, asimismo se debe proponer el diseño de una red de monitoreo, especificando la periodicidad asociada al monitoreo durante la vida útil del proyecto, esto aplica, para los proyectos, obras o actividades que por su naturaleza causen impactos ambientales significativos en el componente hidrogeológico.

  Para la caracterización hidrogeoquímica se debe monitorear en cada unidad geológica acuífera como mínimo los siguientes parámetros: conductividad eléctrica (µS/cm), dureza total (mg CaCO3/l), oxígeno disuelto (mg/l), pH (unidades de pH), potencial oxido reducción (mV), sólidos disueltos totales (mg/l), temperatura (°C), cationes (calcio (mg/l), sodio (mg/l), potasio (mg/l), magnesio (mg/l)), aniones (bicarbonato (mg/l), nitritos (mg/l), cloruro (mg/l), sulfato (mg/l)), es posible incluir otros iones que sean relevantes del medio local y que influyan en el balance iónico. Adicionalmente, se debe medir el contenido de metales, metaloides y demás sustancias de interés conforme las características del proyecto, obra o actividad. Para la caracterización de la calidad del agua subterránea se debe monitorear adicionalmente los coliformes termotolerantes totales y fecales *(*p. ej. *E. coli*) y los parámetros químicos que la autoridad ambiental competente establezca en términos de referencia u otros instrumentos aplicables al proyecto, obra o actividad de acuerdo con el tipo de actividad a desarrollar y a las actividades económicas existentes.

Se debe calcular y presentar el balance iónico de las muestras, el error analítico de aceptación es de ±15%. A su vez, se deben reportar las relaciones interparamétricas que se consideren apropiadas para verificar la calidad de los análisis de laboratorio (considerando las referenciadas en la Guía metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos).

Con los datos adquiridos, se requiere realizar mapas de distribución de los valores para los parámetros fisicoquímicos temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto y potencial redox. Los resultados hidroquímicos se deben representar en diagramas de relación (p. ej. Piper, Stiff, Schoeller, Mifflin, entre otros) que permitan determinar las facies hidrogeoquímicas. El análisis debe determinar relaciones que contribuyan a la definición de zonas de recarga y tipos de roca con las que el agua ha estado en contacto, y a partir de esto, establecer aspectos como evolución hidrogeoquímica, determinar procesos de intercambio y mezclas entre tipos de agua, detectar eventos de disolución o precipitación de fracciones iónicas, interconexiones hidráulicas, mezcla de diferentes tipos de agua subterránea identificados, circulación, tiempo de residencia e indicadores de contaminación.

Los laboratorios que realicen la toma de muestras y los análisis deben estar acreditados por el Ideam; se deben seguir los protocolos de toma de muestras y cadenas de custodia definidos por este instituto. De igual manera, cuando un laboratorio subcontrate a otro, también debe adjuntarse la resolución de acreditación vigente de este último.

Adicionalmente, para la ejecución y diseño del muestreo es importante cumplir con las normas técnicas NTC-ISO 5667-1, NTC-ISO 5667-11 y NTC-ISO 5667-18, o con las normas técnicas que las actualicen o complementen.

- Isotopía. Cuando por las características del proyecto, obra o actividad se prevea la necesidad de establecer o confirmar la procedencia de las aguas subterráneas, validar los sistemas de flujo o conocer la datación de éstas, se debe efectuar el monitoreo de isotopos estables, radiactivos y trazadores ambientales del agua lluvia (precipitación), agua superficial y subterránea de acuerdo con las metodologías establecidas en los protocolos estandarizados por el Laboratorio de análisis de isótopos estables en agua líquida del SGC, los protocolos de monitoreo del agua del Ideam vigentes o las normas y protocolos internacionales que apliquen.

- Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación. Para establecer esta vulnerabilidad se pueden utilizar los métodos expuestos en el documento Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los

acuíferos a la contaminación (MAVDT, 2010a). Se debe justificar técnicamente el método seleccionado de conformidad con el tipo de acuífero y con la información disponible para la zona, y a su vez, realizar la explicación de obtención, análisis e interpretación de cada una de las capas para la elaboración del mapa de vulnerabilidad.

- Fuentes potenciales de contaminación de acuíferos. Se deben determinar todas las actividades antrópicas que puedan catalogarse como potencialmente contaminantes del agua subterránea, en especial de los acuíferos someros, para establecer las medidas de manejo adecuadas con base en su superposición con el mapa de vulnerabilidad a la contaminación, así como en su cercanía a fallas geológicas y zonas de fractura.

A partir de la compilación, análisis, integración de la información geológica y estructural, geofísica, unidades hidrogeológicas, determinación de zonas de recarga, tránsito y descarga, inventario de puntos de agua subterránea, caracterización hidráulica, los resultados de la caracterización de sistemas de flujo subterráneo, superficies piezométricas, hidrogeoquímica, isotópica, determinaciones de calidad del agua subterránea y vulnerabilidad intrínseca a la contaminación, se debe conformar un Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC) que represente las condiciones del sistema hidrogeológico.

El modelo hidrogeológico conceptual debe utilizar la leyenda hidrogeológica internacional adoptada por el SGC. El mapa hidrogeológico debe incluir la distribución de unidades hidrogeológicas, de puntos de agua (pozos, aljibes y manantiales), direcciones de flujo, datos hidroquímicos y parámetros hidráulicos. Estos mapas hidrogeológicos deben estar acompañados de perfiles o cortes, bloques diagrama, en los que se puedan observar en profundidad, los espesores, los rasgos estructurales que definen las relaciones entre los sistemas acuíferos y las demás formaciones geológicas.

Se debe presentar un mapa que relacione los atributos numéricos y/o descriptivos para cada componente que integra el MHC, señalando, límites de baja y alta permeabilidad, zonas de recarga, tránsito y descarga, flujo, movimiento, interconexión hidráulica y dirección del agua subterránea, se deben establecer los acuíferos o zonas de los acuíferos objeto de medidas de manejo, protección o monitoreo diferencial, zonas con alta vulnerabilidad a la contaminación, perímetros de protección de pozos en especial los de abastecimiento doméstico, existencia de actividades potencialmente contaminantes, sinérgicas y acumulativas con las actividades del proyecto, entre otros.

Modelo Hidrogeológico Numérico (MHN). Posterior a la construcción del MHC y si los términos de referencia aplicables al proyecto, obra o actividad así lo establecen, debe formularse el MHN, el cual debe tener como objetivo simular el comportamiento de las aguas subterráneas ante el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

Para la construcción del modelo debe emplear un software que permita una correcta representación del sistema hidrogeológico mediante la inclusión de todos los elementos, procesos y condiciones que fueron identificados en el MHC. El dominio que se establezca para la modelización debe incluir todas las áreas donde ocurren los procesos que se quieren analizar, estableciendo un límite superior o techo, inferior o piso y limites laterales. De igual forma, debe definirse una adecuada extensión y orientación de la malla de modelización que permita simplificar el análisis, contribuir a la precisión de los resultados y a la convergencia y estabilidad numérica del modelo. Se deben establecer condiciones de frontera o contorno en concordancia con la dinámica del sistema, que permitan establecer los límites físicos del dominio del modelo. Los tres tipos principales de condiciones de contorno se caracterizan como de cabeza especifica (condiciones de Dirichlet), de flujo especifico (condiciones de Neumann) y flujo en función de la cabeza (condiciones de Cauchy).

Se debe generar una modelización en régimen transitorio cuando pueda presentarse una variación significativa de los flujos en el tiempo y cuando los objetivos de modelización consideran cambios temporales en el sistema (por ejemplo, operación de pozos de bombeo para el manejo de niveles freáticos, cambios en las presiones de las formaciones receptoras en actividades de inyección de fluidos, cambios en la magnitud de la recarga, entre otros). Se debe simular inicialmente en régimen estacionario, de forma que sus resultados puedan ser utilizados como condición de inicio en el régimen transitorio; sin embargo, se debe considerar un periodo de estabilización para que los resultados obtenidos sean coherentes e independientes de las condiciones definidas inicialmente.

Los datos de niveles piezométricos registrados en campo para el MHN son parte fundamental del modelo, por lo que se debe contar con un registro de datos lo más completo posible dentro del periodo de calibración y validación del modelo.

El MHN debe calibrarse y validarse, de forma que los datos utilizados en ambas etapas sean independientes y preferiblemente pertenecer a diferentes condiciones hidrológicas. La calibración se considera exitosa cuando al realizar una evaluación cuantitativa de los resultados a través de cualquiera de los métodos estadísticos existentes como el error medio absoluto (MAE) o el error medio cuadrático (RMSE) se obtienen resultados aceptables; se considera que un RMSE inferior al 10% para una escala regional es aceptable (Newman, 2018) o que un MAE de uno o dos órdenes de magnitud menor a la precisión requerida para los resultados, puede ser considerada como el error deseable (por ejemplo, errores del orden de centímetros

corresponderían a una bondad de ajuste adecuada para representar diferencias de nivel del nivel freático del orden de metros). Por otro lado, la evaluación cuantitativa debe analizar la consistencia de los mapas de direcciones de flujo y perfiles según lo identificado en el MHC. Puede prescindirse de la validación cuando no se cuente con los datos suficientes para su desarrollo, siempre que se incluya un análisis de sensibilidad detallado que permita estimar la incertidumbre de las predicciones.

El MHN debe de incluir la simulación de escenarios que permitan identificar los posibles impactos que las actividades del proyecto, obra o actividad puedan generar en la disponibilidad y calidad del recurso, considerando de igual forma que se trata de un ambiente cambiante con fenómenos de variabilidad climática cada vez más marcados que deben ser contemplados en el marco de las diferentes etapas del proyecto.

Se debe presentar un reporte de modelización transparente y preciso que pueda ser revisado; para ello, debe contener una descripción de la base del modelo, los supuestos clave, el enfoque de la modelización, las limitaciones, los resultados, conclusiones y recomendaciones del estudio. Los archivos de la modelización deben incluir los análisis de datos documentados, los datos de modelización y los archivos del software o código utilizado. Es importante que el archivo del modelo se lleve a cabo de tal manera que el modelo pueda ser reproducido sí es necesario, para su revisión o perfeccionamiento.

En caso de que los términos de referencia aplicables al proyecto, obra o actividad así lo establezcan, debe formularse un Modelo Hidrogeológico Numérico (MHN) a partir de la información adquirida, procesada e interpretada para la construcción del MHC.

4.1.6 Oceanográfico

La aproximación metoceánica[137] debe incluir la evaluación inicial de información disponible en diversas fuentes (estaciones meteorológicas, boyas, observaciones satelitales, modelos de reanálisis, entre otras), de acuerdo con la escala espacial de la intervención y con estudios preliminares (tesis, artículos científicos, reportes de proyectos, entre otros). El análisis debe complementarse con la medición *in situ* de los parámetros asociados al componente, como mínimo para dos periodos climáticos representativos de las condiciones oceanográficas.

Se debe como mínimo describir, detallar y cartografiar, según sea el caso, la información que se relaciona a continuación.

[137] Se refiere al efecto combinado de la meteorología y la oceanografía.

4.1.6.1 Estudios de oleaje

A partir de información existente y de análisis estadísticos, debe entregarse la siguiente información:

- Serie de oleaje en profundidades indefinidas (estados de mar de altura de ola significante, periodo, pico y dirección) y análisis direccional de las olas; definir regímenes medios y extremos, análisis de probabilidad conjunta direccional y la influencia del régimen de tormentas del mar, a partir de boyas o bases de datos nacionales o internacionales.

- Parámetros de oleaje (altura, velocidad y período de las olas, características espectrales, ola media, ola media cuadrática ola significante, entre otras). Se deben señalar los métodos e instrumentos utilizados para la medición de las olas.

- Periodo (segundos), altura (m) y dirección (grados) con resolución diaria de: i) la ola operacional, ii) la ola máxima, iii) la ola media, iii) la ola incidente, iv) la ola significativa y v) la ola de diseño.

- Estudio de propagación y procesos de transformación del oleaje (asomeramiento, refracción, difracción, rotura, entre otros) debido a la proximidad a la costa, para las condiciones actuales y cada uno de los escenarios de obras propuestos.

Debe presentarse de forma tabular el porcentaje de ocurrencia de altura significante versus periodos pico, el porcentaje de ocurrencia de altura significante versus dirección media y promedios estacionales, así como su representación en mapas X, Y.

4.1.6.2 Mareas

La información sobre esta temática debe tener una frecuencia mínima diaria y basada en fuentes de información secundaria que permita conocer:

- El régimen de mareas y probabilidad que ocurran condiciones extremas.

- Tipo y amplitud de mareas existentes en el sector.

- Altura mínima y máxima de mareas en sicigia.

- Altura mínima y máxima de mareas en cuadratura.

- Régimen de niveles del mar; en particular el régimen medio del nivel del mar a partir de las bases de datos nacionales o internacionales.

- Anomalías del nivel del mar.

- Serie de tiempo completa y del ciclo anual. Mapas (X, Y) promedios estacionales.

- Componentes de marea característicos de la zona.

4.1.6.3 Amenazas meteomarinas

Se debe incluir una caracterización y análisis de amenazas meteomarinas extremas generadas por tsunamis, eventos climáticos extremos (tormentas tropicales, huracanes, vientos extremos, oleaje extremo, entre otros). A partir de lo anterior se debe desarrollar una caracterización y análisis de amenazas meteomarinas extremas generadas por vientos, precipitaciones, tormentas eléctricas, visibilidad, entre otros, contemplando:

- Frecuencia.

- Altura de olas, periodos y direcciones.

- Épocas de mayor actividad.

- Frecuencia y registro de frentes fríos y/o huracanes en la zona.

4.1.6.4 Corrientes

Se debe incluir como mínimo la siguiente información:

- Sistema de corrientes marinas para los diferentes períodos climáticos, describiendo tanto su tipo, origen y mecanismo de transporte, como su variabilidad en el espacio, relación con las mareas, dirección y tiempo, meteorología, magnitudes de los diversos componentes de corrientes y probabilidad estadística que se excedan las actuales magnitudes. Se debe señalar los métodos e instrumentos utilizados para la medición de las corrientes.

- Dinámica de las corrientes marinas, identificando principalmente su dirección, probabilidad de ocurrencia y la intensidad de los flujos.

- Escenarios de circulación más probables y desfavorables ambientalmente, determinando los sectores que estarían involucrados en los impactos que se puedan derivar de las etapas o acciones del proyecto, obra o actividad, enfatizando la situación en el sector de implantación de las obras.

- Descripción del comportamiento de las corrientes marinas y de las corrientes costeras (mayores, menores y residuales debido a las olas y vientos, tanto superficiales como de fondo) incluyendo velocidad como función de la profundidad, variabilidad en el espacio, dirección y tiempo, magnitudes de los diversos componentes de corrientes. Descripción de los métodos e instrumentos utilizados para la medición de corrientes a diferentes profundidades.

- Sistemas circulatorios de corrientes mediante la aplicación de modelos numéricos de circulación de corrientes, oleaje y mareas, entre otros, generando sistemas circulatorios en playas, que permiten calcular el transporte de sedimentos y las variaciones de la línea de costa.

- Dirección (grados) y magnitud (m/s), con una frecuencia mínima mensual. La información debe presentarse como serie de tiempo completa y del ciclo anual, junto con sus promedios estacionales; las corrientes deben representarse en mapas X, Y.

4.1.6.5 Perfiles de temperatura y salinidad (densidad del mar)

Debe presentarse la temperatura (°C) y la salinidad con frecuencia temporal mínima mensual; se debe entregar la serie de tiempo completa y del ciclo anual, promedios estacionales y perfiles mensuales climatológicos.

El cálculo posterior de otras propiedades del agua de mar tales como densidad, velocidad del sonido, entre otras, a partir de mediciones de temperatura y salinidad, debe realizarse mediante algoritmos computaciones; para desarrollar este cálculo es posible emplear las orientaciones del documento “The international thermodynamic equation of seawater – 2010” de IOC, SCOR & IAPSO (2010). Es posible emplear otras alternativas siempre que cuenten con el respaldo bibliográfico y la validación científica de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental.

4.1.6.6 Transporte de partículas

Se debe realizar una descripción del transporte euleriano o lagrangiano de partículas, las cuales pueden ser entendidas como contaminantes (desechos

industriales y domésticos, y combustibles y aceites derramados, entre otros), de acuerdo con las características del proyecto, obra o actividad.

Para caracterizar esta variable física se deben usar modelos numéricos que puedan simular adecuadamente diferentes escenarios climáticos en áreas marinas y costeras. El objetivo de las simulaciones computacionales del destino y trayectoria de contaminantes en el agua de mar o sobre el fondo marino es la estimación de los caminos que toman, de los tiempos de viaje y/o de la distribución espacial según las condiciones predominantes en las distintas épocas climáticas del año. Si así lo ameritan el tipo de descarga, su profundidad y su ubicación con respecto a la costa, el modelo seleccionado debe poder representar diferentes condiciones ambientales tales como diferentes rangos de marea en la región, clima de oleaje, intensidades y direcciones de las corrientes y condiciones de viento predominantes y extremas.

De acuerdo con el tipo de proyecto, obras o actividad, el modelo debe calcular y registrar la distribución en las tres dimensiones físicas (latitud, longitud y profundidad) más el tiempo que un contaminante se mantiene en la superficie del agua a lo largo de la costa, en la columna de agua y en los sedimentos, modelizando la superficie del mar, un nivel intermedio y las aguas del fondo[138]. Si es aplicable, se debe modelizar el depósito de contaminantes en los sedimentos del fondo marino. La resolución del modelo debe estar en función del proceso oceanográfico o costero que se quiera estudiar y debe reflejar las condiciones metoceánicas de la zona estudiada.

Es importante documentar la calidad de los datos de entrada utilizados para dar contexto y confiabilidad a las simulaciones generadas. Los modelos deben ser calibrados y validados para la zona de estudio mediante información primaria y/o bases de datos de entidades oficiales. La calidad de las simulaciones depende de la calidad de los datos de entrada y de los datos utilizados para la calibración.

Los modelos descriptivos deben ajustarse a las características particulares del proyecto, obra o actividad.

4.1.6.7 Dinámica de sedimentos y morfodinámica

Para su caracterización, se deben ejecutar las siguientes acciones:

- Realizar la toma de muestras y los análisis granulométricos de sedimentos para la franja litoral.

[138] En función del objetivo de la modelización y de las particularidades del proyecto, obra o actividad, es posible emplear un modelo con diferentes especificaciones (2D, 3D, profundidades objeto de estudio, entre otras), situación que debe ser sustentada técnicamente.

- Realizar el análisis del transporte de sedimentos en corto plazo en escenarios de condiciones medias y de temporales.

- Incluir un análisis multitemporal de la línea de costa para establecer zonas de erosión y sedimentación en la franja costera, tasas de erosión/sedimentación y tendencias de la línea de costa.

- Desarrollar un análisis de largo plazo, a partir del perfil de equilibrio y planta de equilibrio, que permita establecer si el sector de costa de interés se encuentra en equilibrio o no, y hacia futuro permitirá evaluar diferentes alternativas de relleno, si fuera necesario.

- Realizar las modelizaciones de transporte de sedimentos para las condiciones actuales, etapa de diagnóstico, y para cada uno de los escenarios o alternativas de obras propuestos que puedan modificar los patrones de erosión/sedimentación en la franja costera.

4.1.7 Atmosférico

Se debe efectuar una caracterización que permita cuantificar las fuentes de emisión, calidad del aire, condición climatológica, olores ofensivos y ruido.

4.1.7.1 Meteorología

Describir y analizar las condiciones meteorológicas mensuales multianuales representativas, durante un período mínimo de entre tres (3) y cinco (5) años, con base en la información más reciente disponible suministrada por las estaciones meteorológicas existentes de entidades públicas en la región, georreferenciadas y además avaladas por el Ideam.

Los parámetros básicos de análisis son los siguientes:

- Temperatura superficial: promedio, mínima y máxima; diaria, mensual y anual.

- Presión atmosférica promedio mensual. Esta variable puede ser reportada utilizando metodologías alternativas que permitan su estimación o relación con otras fuentes de información disponibles.

- Precipitación: media diaria, mensual y anual, y su distribución espacial.

- Humedad relativa: promedio, mínima y máxima; 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.

Incluir para el caso del análisis de vientos, aspectos de dirección, velocidad y frecuencias, elaborando la rosa de los vientos diurna y nocturna, así como una tabla con sus respectivas unidades de medida y el comportamiento de los vientos en resolución de 24 horas.

Efectuar un análisis objetivo de la calidad y consistencia de los datos hidroclimáticos que incluya pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas sobre homogeneidad, consistencia y determinación de datos anómalos; de ser posible, hacer el completado de las series, indicando claramente el método adoptado y efectuar la caracterización estadística básica de las series de tiempo tratadas.

Teniendo en cuenta la información recopilada en este numeral, se debe realizar la zonificación de las condiciones climáticas.

Cuando no exista información disponible de estaciones meteorológicas avaladas por el Ideam con adecuada representatividad, la información meteorológica puede ser tomada de los datos de modelos globales o de re-análisis global, obtenidos de fuentes de adecuada idoneidad científica y que puedan ser validadas y procesadas para obtener una adecuada resolución sobre el área de influencia. Ejemplos de modelos de clima o tiempo son CFRS, ERA 40, CAM, WRF. Se debe realizar un análisis estadístico del error y demostrar el procedimiento de validación de resultados empleado. Para este caso se requiere que el estudio establezca claramente la fuente de la información, anotando el periodo que se analiza, la resolución de la información, el tipo de dato procesado y las variables contenidas en un formato de texto editable. Para este análisis, se requiere como mínimo analizar el año más reciente de la serie de datos empleada.

4.1.7.2 Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas

Con el propósito de determinar las fuentes de emisión y de cuantificar las emisiones para la línea base, se deben consultar los inventarios de emisiones oficiales (que cuantifican con rigor técnico las descargas de emisiones) y otras fuentes de información sobre emisiones atmosféricas como el Sistema para el Análisis y Gestión

de Información del Licenciamiento Ambiental (AGIL) en dónde es posible consultar la ubicación geográfica de los proyectos licenciados, y la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales (VITAL), en dónde se puede consultar la información documental de cada uno de los proyectos licenciados que cuentan con permisos de emisiones vigentes, y los permisos de emisiones otorgados por las autoridades ambientales.

No obstante, se debe georreferenciar lo siguiente:

- Las fuentes fijas de emisión atmosférica existentes: de área y puntuales.
- Los trazados de las fuentes lineales y móviles con sus respectivos aforos.
- Las fuentes de emisión atmosférica naturales relevantes (volcanes, desiertos, entre otros).
- Los potenciales receptores de interés, ubicados en asentamientos humanos (viviendas, e infraestructura social, económica, cultural o recreativa), en zonas rurales y en áreas con elementos naturales susceptibles.

Adicionalmente, para cada una de las fuentes de emisión, es necesario establecer su tipo y la actividad económica a la cual se asocia.

Si existe un inventario oficial de emisiones, se debe entregar la información disponible sobre la cuantificación de las emisiones por fuente y la determinación de los tipos de contaminantes generados.

Utilizar modelos de estimación de emisiones de fuentes móviles (p. ej. IVE, MOBILE, MOVES o COPERT, de reconocida aplicación nacional e internacional) combinados con variables locales (distancias viajadas por la flota, velocidades, entre otras), o factores de emisión de entidades nacionales o internacionales con conocimiento en la materia. En todo caso, se puede incluir información de inventarios de emisiones realizados por autoridades ambientales u otras entidades oficiales.

Realizar un aforo vehicular, a fin de determinar las fuentes móviles que transitan por las vías existentes que empleará el proyecto, obra o actividad. Se deben señalar las características del punto de aforo, así como clasificar los vehículos de acuerdo con su peso y tipo de combustible, teniendo en cuenta que el levantamiento de información de la flota vehicular, como mínimo, deber ser de veinticuatro (24) horas continuas por día, en día hábil y no hábil. En caso de que el aforo se realice por un tiempo inferior a las 24 horas, esta situación se debe justificar apropiadamente en función de variables como las condiciones de seguridad, horarios de operación del proyecto, dificultad de acceso, entre otras.

4.1.7.3 Calidad del aire

Presentar los resultados y análisis de la información de estudios sobre la calidad del aire realizados; los datos que se usen pueden ser generados por terceros (incluye a las redes de monitoreo operadas por las autoridades ambientales) siempre y cuando éstos no superen los dos años de antigüedad y se demuestre la representatividad espacial de las mediciones. En caso de no existir información representativa, se debe determinar la línea base mediante el diseño del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire Industrial (SVCAI) indicativo los cuales no deben superar los dos años de antigüedad, teniendo en cuenta las emisiones contaminantes características del proyecto, obra o actividad. En caso de que se cuente con un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire fijo, la información correspondiente se puede utilizar con fines de caracterización siempre y cuando se garantice que sea representativa.

El proceso de monitoreo, generación y reporte de información debe realizarse de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire de Minambiente, adoptado mediante la Resolución 650 de 2010 y ajustado por la Resolución 2154 de 2010, o aquella que la modifique o sustituya.

La caracterización de la calidad del aire debe ser realizada por laboratorios acreditados por el Ideam para la toma de muestras y para los análisis de laboratorio respectivos, asegurando coherencia entre los métodos de toma de muestras y análisis de estas.

Los datos e información cartográfica se deben presentar de acuerdo con las especificaciones establecidas en el MAG.

La información generada se debe presentar en mapas conforme con lo solicitado en los términos de referencia y la escala allí definida, o con una de mayor detalle si las especificidades del proyecto lo requieren.

4.1.7.4 Olores ofensivos

Es necesario georreferenciar las fuentes antropogénicas y naturales existentes, y a partir del uso de factores de emisión, principalmente, o de mediciones directas (cuando que se cuente con facilidades para ello), determinar las concentraciones en las que las sustancias generadoras de olores ofensivos o sus mezclas están presentes.

Los procedimientos y especificaciones técnicas para determinar la presencia de estas sustancias en el aire se encuentran contenidas en la Resolución 1541 de 2013, o en aquella norma que la modifique o sustituya, y en el Protocolo para el

monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos, adoptado mediante la Resolución 2087 de 2014.

4.1.7.5 Ruido

La información de caracterización de ruido debe permitir conocer e inventariar los aportes de las fuentes existentes, determinar los potenciales receptores de interés y, elaborar cartografía temática sobre ruido a partir del análisis de la información señalada a continuación:

- Fuentes de generación de ruido ya sea puntuales, de área y lineales, los trazados de las fuentes móviles con sus respectivos aforos vehiculares discriminando el periodo de evaluación (de manera horaria vehículo/hora, vehículos totales) conforme a lo establecido por la Resolución 627 de 2006 o aquella que la modifique o sustituya, el tipo de vehículo (liviano, pesado, moto), la velocidad promedio, la clasificación de la superficie de rodamiento (vías, rieles) y las características de carril (ancho, cantidad, dirección de tránsito, tipo de grava, material balasto, entre otras).

- Potenciales receptores de interés en asentamientos humanos en zonas urbanas y rurales, especificando el tipo de receptor (p. ej. viviendas, instituciones educativas, centros de salud) y el uso de suelo asociado.

- Áreas pecuarias y AEIA (p. ej. AICA, humedales, manglares, santuarios de fauna) que puedan resultar impactadas por el aumento en la presión sonora.

4.1.7.5.1 Modelos de ruido

Se debe aplicar un modelo de propagación de ruido para el escenario sin proyecto conforme con los lineamientos técnicos establecidos en el numeral 7.5.1 sobre el desarrollo de modelos.

Para aquellos proyectos que no presenten modelización de línea base debido a las condiciones inexistentes de fuentes de tráfico vehicular, se debe realizar una descripción cuantitativa y cualitativa de las principales fuentes de ruido identificadas en el área de influencia.

Adicionalmente, se deben emplear como referencia los monitoreos de ruido ambiental en la zona para determinar las posibles tendencias de los niveles de presión sonora; dichos monitoreos deben ser representativos respecto al tiempo de registro y la distribución espacial de los principales receptores, con el fin de identificar el aporte de ruido de fondo para el escenario sin proyecto.

4.1.7.5.2 Monitoreo de ruido ambiental

Realizar un muestreo de los niveles de presión sonora (ruido ambiental) en las zonas que se hayan identificado como las más susceptibles, entre las que se deben considerar áreas habitadas, áreas con presencia de actividades industriales o pecuarias, áreas con presencia de mamíferos marinos y tortugas marinas y algunas AEIA (tales como AICA), así como en las áreas donde se identifiquen fuentes de generación de ruido que interfieran de manera significativa en la zona objeto de estudio. Los muestreos deben realizarse de conformidad con los parámetros y procedimientos establecidos en la normativa vigente.

La determinación de la cantidad de puntos y de los tiempos de medición para ruido ambiental deben asegurar la representatividad estadística de acuerdo con la actividad proyectada y sus escenarios de máxima emisión, siguiendo lo establecido en la Resolución 627 de 2006 o aquella que la modifique o sustituya. La medición de 15 minutos distribuidos en un periodo de 1 hora que establece el artículo 5 de dicha resolución es el parámetro mínimo exigido, pero no es el único y no debe emplearse como estándar para todas las zonas objeto de evaluación, ya que los estudios de ruido no son evaluaciones sistemáticas de carácter igualitario que se apliquen uniformemente.

Lo anterior se basa en las recomendaciones definidas en el estándar ISO 1996-2 para evaluación de ruido, durante la cual se deben considerar todas las variaciones de la fuente y las condiciones meteorológicas que afecten la propagación del sonido, por tanto, se requiere de un periodo de tiempo tal que permita observar todas las variaciones significativas.

Asimismo, en concordancia con la norma internacional, la estabilidad del indicador acústico (Leq) y la reducción de la incertidumbre son criterios válidos para definir la duración de las mediciones, de modo que no se limita al intervalo de 15 minutos cuando el objetivo sea caracterizar condiciones ambientales específicas.

El fin último de las evaluaciones de ruido ambiente debe estar encaminado a la caracterización del ruido ambiente de una zona, garantizando que la información durante el muestreo corresponda a las condiciones normales o típicas y no contemple eventos ocasionales (p. ej. manifestaciones y fuegos artificiales). Por tanto, éstas deben responder a un proceso de planificación y seguimiento de la magnitud muestreada (presión sonora), a fin de obtener una muestra que represente la realidad del entorno, por tanto, los resultados deben reportar registros de ruido en función de las variaciones de modo, tiempo y lugar que se tengan proyectadas para la futura fuente de emisiones, verificando, periodos de evaluación (diurno y nocturno), horarios diarios de funcionamiento y modos de operación.

Para la comparación con el límite permisible de ruido ambiental, se debe determinar qué sectores y subsectores de la tabla 2 de la Resolución 0627 de 2006 (artículo 17) aplican de acuerdo con lo establecido en los instrumentos de ordenamiento del territorio vigentes para el área de influencia, considerando la clasificación del uso del suelo en ellos establecida. En caso de que el área de influencia no cuente con estos instrumentos, es posible emplear lo establecido al respecto en los planes de desarrollo, planes maestros de infraestructura y códigos de urbanismo y normas urbanísticas vigentes.

Si los niveles registrados superan los límites establecidos en la norma, debido a fuentes de emisión naturales sin que exista intervención antrópica o fuentes diferentes a las del proyecto, obra o actividad, se debe realizar el respectivo análisis sustentado técnicamente. Es importante que en esta evaluación se incluyan los niveles de presión sonora existentes.

Presentar un informe de los puntos muestreados, con una descripción clara de las fuentes sonoras que influyen en las mediciones, tipo de emisión y modo de operación.

Respecto a la presentación de los informes técnicos de las mediciones de ruido ambiental, se debe tener en cuenta como documento guía lo establecido en el artículo 21 y anexo 4 de la Resolución 627 del 2006 o aquella que la modifique o sustituya, que trata sobre la “Propuesta de informe técnico de medición de ruido”. Los resultados del estudio de ruido deben presentarse en mapas de ruido.

4.2 MEDIO BIÓTICO

El proceso de obtención, procesamiento y análisis de los parámetros, indicadores y demás información biótica debe ser integral y determinar las características cualitativas y cuantitativas asociadas a la composición, estructura y función[139] de los ecosistemas.

La obtención de la línea base biótica se fundamenta en la realización de inventarios y caracterizaciones de la biodiversidad, que desarrollan entre otras actividades, la recolección, manipulación y colecta temporal y definitiva de especímenes de la diversidad biológica.

[139] En el ámbito del licenciamiento ambiental la función del ecosistema se refiere al conjunto de interacciones entre estructuras biofísicas y procesos ecosistémicos que sustentan la capacidad de un ecosistema para proporcionar servicios ecosistémicos (Burkhard & Maes, 2017). Más adelante se establecen lineamientos para caracterizar esta propiedad de los ecosistemas.

Los levantamientos de información primaria para la caracterización deben referirse a las condiciones y características ambientales al momento de la solicitud de licencia ambiental o de modificación del instrumento de manejo y control ambiental.

Asimismo, la caracterización que emplee información secundaria debe partir de fuentes actualizadas y considerar las dinámicas de cambio existentes en el área donde se pretende desarrollar el proyecto[140], a fin de representar las características asociadas a las coberturas de la tierra y a los ecosistemas en el momento de la solicitud de la licencia ambiental.

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

Existen diversas metodologías, manuales y guías que permiten la obtención de información biológica básica confiable para la toma de decisiones. Entre ellas se encuentran Métodos para medir la biodiversidad de Moreno, 2001; Manual para evaluación de la biodiversidad en reservas de la biosfera de Halffter et al., 2001; Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de la biodiversidad de Villarreal et al., 2006 o versiones posteriores; Manual de métodos de ecosistemas marinos y costeros con miras a establecer impactos ambientales de Báez-Polo, 2013; Métodos para el estudio del bentos marinos de Eleftheriou, 2013; Estándar para la publicación de datos e información sobre biodiversidad a través del SiB Colombia y; Guía para la publicar datos e información (disponible en: https://biodiversidad.co/compartir/guia-para-publicar/).

Preferiblemente, se deben seleccionar métodos estándar que permita replicar los muestreos en distintas condiciones (geográficas, temporales, logísticas), realizar comparaciones y suministrar información representativa de los atributos a medir que cubra de manera adecuada la heterogeneidad del área geográfica a estudiar (Villarreal et al., 2006).

En caso de no contar con información actualizada que refleje las condiciones bióticas actuales, es necesario realizar la captura y recolecta de especímenes de la diversidad biológica; para ello, se debe contar con el permiso de recolección para fauna y flora silvestre con fines de elaboración de estudios ambientales que otorga la autoridad

[140] En general se deben usar datos con máximo tres (3) años de antigüedad; no obstante, dependiendo del fenómeno objeto de caracterización y la dinámica ambiental de la zona, es posible emplear información más antigua.

ambiental competente[141] de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.2.9.2.1 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya. Las actividades de recolecta que se formulen en el estudio ambiental, deben guardar correspondencia con los elementos metodológicos autorizados en el permiso, tales como esfuerzos de muestreo (número de muestras colectadas por especie), representatividad de unidades de muestreo y demás requerimientos establecidos en la Sección 2, Capitulo 9, Titulo 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076, o de aquel que lo modifique o sustituya.

Para realizar los muestreos o monitoreos de fauna (incluyendo fauna íctica), no se deben utilizar métodos químicos o de envenenamiento, así como tampoco trampas para captura que sean en esencia letales (p. ej. trampas de golpe para micromamíferos).

La información obtenida producto de las actividades autorizadas en el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales debe ser cargada al Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia).

Las muestras recolectadas de manera definitiva deben ser depositadas en colecciones biológicas registradas en el Registro único nacional de colecciones biológicas administrado por el Instituto Humboldt. En caso de que no sea posible ingresar la muestra a una colección biológica oficial, se debe demostrar mediante soportes la no recepción en por lo menos 3 colecciones para los grupos biológicos de fauna (incluyendo hidrobiota) y vegetación (incluye todos los tipos de vegetación vascular y no vascular) y líquenes; dichos soportes deben señalar la razón por la cual no recibieron las muestras y acogerse a lo estipulado por la regulación sobre colecciones biológicas[142].

4.2.1 Ecosistemas

El mapa de los ecosistemas naturales y transformados debe elaborarse integrando información geográfica sobre biomas, unidades bióticas y coberturas de la tierra.

La información sobre biomas debe obtenerse incrementando el detalle de las unidades establecidas en el Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC), versión 2.1, escala 1:100.000 (Ideam et al., 2017), o sus versiones posteriores, a partir de la zonificación climática, geopedología y gradiente

[141] En caso de que la autoridad ambiental competente sea ANLA, es pertinente consultar la Guía para la solicitud y uso del permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales (ANLA, s. f.).
[142] Ley 1955 de 2019 y Decreto 1375 de 2013 o aquellas leyes o normas que las modifiquen o sustituyan.

altitudinal, entre otras variables contenidas en el estudio ambiental; la información sobre unidades bióticas debe obtenerse directamente del MEC escala 1:100.000 de 2017 o su versiones posteriores y; la información sobre coberturas de la tierra, debe desarrollarse a partir de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (Ideam, 2010) o sus versiones oficiales posteriores.

Los mapas de coberturas deben describirse y elaborarse delimitando las unidades de coberturas de la tierra de los niveles 1, 2 y 3 de la nomenclatura Corine Land Cover y definiendo los niveles subsiguientes de acuerdo con las características del territorio.

Los mapas de coberturas deben referirse por lo menos a dos instantes del tiempo, asegurando que uno de ellos corresponda al momento de elaboración del estudio ambiental (las imágenes y demás información que se emplee, deben dar cuenta del estado de las coberturas en dicho periodo de elaboración), y el otro, a las características que tenían las coberturas entre 3 y 5 años atrás (o un periodo de tiempo mayor), con el fin de conocer la dinámica de cambio de las coberturas de la tierra mediante el cálculo de pérdidas, ganancias y persistencia de éstas, así como de establecer las presiones que generaron tales cambios. Para cada mapa, se debe establecer la superficie (expresada en hectáreas) y proporción (expresada en porcentaje) de cada unidad de cobertura de la tierra con respecto al área descrita.

Los mapas de ecosistemas y de cobertura de la tierra se deben elaborar y presentar con las escalas de trabajo que establezcan los términos de referencia, o con unas más detalladas de acuerdo con las particularidades del proyecto, obra o actividad y del área de influencia.

4.2.2 Ecosistemas terrestres

4.2.2.1 Flora y líquenes

Para su caracterización, es necesario partir de la revisión de información existente sobre cada uno de los grupos de flora (arbóreo, arbustivo, herbáceo, palmas, helechos arborescentes y otras especies vasculares y no vasculares) y líquenes con hábitos de crecimiento terrestre (que incluye humícolas, p. ej. suelo, troncos en descomposición, hojarasca), rupícola (roca) y epífito (sobre plantas) que se encuentren reportados para el área de influencia biótica. Es posible usar como referencia los siguientes sistemas de información, bases de datos y documentos:

- Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Disponible en: https://www.gbif.org/es/dataset/5c0b1470-8884-4914-ae76-70a7c81d6d08

- Sistema de información sobre biodiversidad de Colombia. Disponible en: https://biodiversidad.co/

- Amenazas a la conservación de las especies de musgos y líquenes en Colombia. AGUIRRE-C, J. Caldasia 29 (2), 2007.

- Palmas de Colombia. Guía de Campo, GALEANO & BERNAL. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2010. 688 p.

- Conjunto de datos de registros biológicos de herbarios el ámbito nacional tales como los siguientes:

  - Herbario Nacional Colombiano (COL). Disponible en: https://www.gbif.org/es/dataset/18da9e5d-8966-4893-bf70-b3911152d991?utm_source=chatgpt.com

  - Herbarios de Colombia (Colombian Herbaria). Disponible en: https://herbarios-de-colombia.blogspot.com/

  - Herbario Amazónico Colombiano. Disponible en: https://sinchi.org.co/coah/herbario-virtualhttps://sinchi.org.co/coah/herbario-virtual

  - Herbario Jardín Botánico de Bogotá. Herbario JBB. Disponible en: www.herbario.jbb.gov.co

- Tropicos. Disponible en: https://www.tropicos.org/home.

- GBIF Colombia. Disponible en: https://www.gbif.org/es/country/CO/summary.

- Colplanta. Disponible en: http://colplanta.org/.

- ColFungi. Disponible en: https://colfungi.org.

- MycoBank. Disponible en: https://www.mycobank.org

- Pictures of tropical lichens. Disponible en: https//www.tropicallichens.net

- Plants of the World Online Kew Science (POWO). Disponible en: https://powo.science.kew.org

- World flora online. Disponible en: http://www.worldfloraonline.org/.

- International plan names index. Disponible en: https://www.ipni.org/.

- Plan de acción de la estrategia nacional para la conservación de las plantas. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/planes-y-programas-de-conservacion-2/

- Plan de acción para la conservación de las zamias de Colombia. Disponible en: https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Programas-para-la-gestion-de-fauna-y-flora/Plan_de_accion_para_la_conservacion_de_las_zamias_de_Colombia.pdf

- Plan de manejo para la conservación de Abarco, Caoba, Cedro, Palorosa y Canelo de los Andaquíes. Disponible en: https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/planesdemanejoparalaconservacion.pdf.

- Plan para el estudio y la conservación de orquídeas en Colombia. Disponible en: www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2019/05/PLAN_ORQUIDEAS_2015_DOC.pdf

- Plan de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Programas-para-la-gestion-de-fauna-y-flora/PLAN_PALMAS_2015.pdf.

- Plan de Conservación, manejo y uso sostenible de la palma de cera del Quindío (*Ceroxylon quindiuense*) árbol nacional de Colombia. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Programas-para-la-gestion-de-fauna-y-flora/Plan_de_conservaci%C3%B3n_manejo_y_uso_sostenible_de_la_palma_de_cera_del_Quind%C3%ADo.pdf.

- Iniciativa colombiana de polinizadores. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Iniciativa-Colombiana-de-Polinizadores.pdf.

La caracterización se debe realizar para cada uno de los ecosistemas (determinados según los lineamientos del numeral 4.2.1) siguiendo los lineamientos que se describen en los numerales 4.2.2.1.1 y 4.2.2.1.2, debe referirse a las categorías de tamaño fustal, latizal, brinzal y a otros tipos de vegetación, y aplicar muestreos y métodos de ecología vegetal adecuados a las características de la vegetación observada en campo.

El método que se establezca para la caracterización debe tener validez científica suficiente y su selección debe justificarse con el fin de dar confiabilidad a los resultados que se obtengan.

A continuación, se relacionan algunos documentos que describen metodologías para la caracterización de vegetación que pueden ser usados como referencia:

- Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales de Braun Blanquet (1979).
- Patterns of Neotropical plant species diversity de Gentry (1982).
- Metodología para el estudio de la vegetación de Matteucci y Colma (1982).
- Métodos de estudio de la vegetación de Rangel y Velázquez (1997).
- Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad de Villarreal et al. (2006).
- Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales (Lozano-Zambrano, 2009). Particularmente el apartado sobre caracterización biológica de plantas.

Los métodos para la caracterización de las comunidades vegetales deben ser apropiados para la obtención de información de cada uno de los grupos florísticos y permitir la medición de las variables de caracterización de línea base solicitadas en los términos de referencia. La información que resulta de esta caracterización debe ser usada como insumo para la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal, en caso de que se requiera.

La caracterización de la flora arbórea, arbustiva, herbácea, palmas, helechos arborescentes, y otras especies vasculares y no vasculares y líquenes, en hábitos de crecimiento terrestres (que incluye humícolas), rupícolas o en hábitos epífitos, inclusive de aquella que se encuentra en veda, debe ejecutarse como mínimo en tres fases, a saber: i) revisión y generación de información preliminar (fase previa), ii) toma,

verificación y recolección de datos de campo (fase de campo) y, iii) análisis de los datos y resultados (fase de análisis).

Para la determinación de los especímenes recolectados se deben consultar las colecciones de estos grupos de plantas y líquenes. Las determinaciones taxonómicas deben contar con una certificación de determinación de un herbario inscrito en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC) o de un profesional especialista experto en los grupos biológicos caracterizados (arbóreas, vasculares no maderables y no-vasculares); en este caso se debe presentar la hoja de vida y los soportes de su experiencia profesional.

El muestreo y caracterización de las especies de flora y líquenes en veda debe realizarse según las especificaciones que se establecen más adelante para este grupo y obtener información sobre sus preferencias de sustrato y características ecológicas, que permita una formulación sustentada de medidas de manejo, en cumplimiento de lo establecido en el Decreto - Ley 2106 de 2019, o aquella norma que lo sustituya o modifique.

4.2.2.1.1 Especies arbóreas y helechos arborescentes

Fase previa:

Consiste en la revisión de fuentes secundarias de información para establecer el estado del arte. En esta fase se deben determinar y delimitar los ecosistemas y la cobertura de la tierra (utilizando aerofotografías, imágenes de satélite, bibliografía, trabajos monográficos, artículos, revistas, mapas, entre otras fuentes). Dicha labor debe tener en cuenta las características del medio abiótico que influyen en la distribución espacial de la vegetación.

A partir de esta información se debe diseñar y planificar el muestreo a ejecutar en campo.

Fase de campo:

Consiste en la captura de datos e información siguiendo metodologías para el estudio de la vegetación reconocidas científicamente.

El diseño muestral depende de las unidades de ecosistemas que se identifiquen, del tamaño de estos, de las categorías de tamaño de los individuos, del tamaño y grado de heterogeneidad del área de muestreo, y de la riqueza, composición y diversidad de especies que potencialmente pueden ser encontradas (según lo reportado en la información secundaria consultada). Por tanto, se debe planificar el uso de una o

varias metodologías de muestreo para caracterizar adecuadamente cada uno de los ecosistemas determinados.

Para definir un muestreo representativo por cada ecosistema, en función de su biodiversidad, se puede emplear la curva de acumulación de especies en cada ecosistema o bien, se puede realizar un análisis de curvas de rarefacción con extrapolación con base en abundancia o incidencia.

Cuando se usen curvas de acumulación de especies, se debe alcanzar un valor ≥ 85% sobre los estimadores y lograr la asíntota en la curva de acumulación; el muestreo debe formularse de forma tal que brinde representatividad espacial para el área objeto de caracterización. En caso de que, por las condiciones particulares de los sitios y de los grupos objeto de muestreo no se obtenga para algún estimador el umbral del 85%, se deben argumentar las razones por las cuales no se alcanza dicho umbral de referencia, así como justificar técnicamente el método empleado para asegurar la representatividad del muestreo.

En cualquier caso, se debe describir detalladamente la metodología implementada, enfatizando en la explicación del esfuerzo de muestreo representativo para los grupos de flora.

De acuerdo con el método que represente mejor la categoría de tamaño (fustales, latizales – brinzales), se debe sustentar la eficiencia y efectividad del muestreo en términos de biodiversidad del área caracterizada.

Para los helechos arborescentes se debe registrar la altura del tallo de todos los individuos presentes en cada unidad de muestreo que cuenten con una altura de tallo mayor o igual a 1,5 m (altura medida desde la base hasta el penacho de la planta, es decir, hasta la primera inserción de las frondas).

Para especies arbóreas y helechos arborescentes las variables que mínimamente se debe medir, estimar y determinar son las siguientes:

- Nombre común.
- Nombre científico.
- Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). En el caso de helechos arborescentes sólo para individuos con altura de tallo mayor o igual a 1,5 m.
- Área basal (sólo para especies de tipo arbóreo).

- Altura comercial (sólo para especies de tipo arbóreo).
- Altura total. En el caso de helechos arborescentes se refiere a la altura del tallo, no a la altura de las frondas desplegadas.
- Volumen comercial (sólo para especies de tipo arbóreo).
- Volumen total (sólo para especies de tipo arbóreo).
- Diámetro de copa.

Para la caracterización y análisis de la regeneración natural se debe:

- Incluir los individuos de especies arbóreas con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) menor a 10 cm en las categorías de tamaño latizal y brinzal (ver Tabla 21)
- Incluir los individuos de helechos arborescentes con altura del tallo menor a 1,5 m.

Tabla 21. Categorías de tamaño

Nombre de la clase	Tamaño de la clase o categoría	Categoría de tamaño
Renuevo o plántula	Altura menor de 30 cm	Ct1
Brinzal	Altura entre 30 y 150 cm	Ct2
Latizal	Altura mayor a 150 cm y diámetro menor a 9,9 cm	Ct3

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente & Asociación colombiana de reforestadores (2002).

Las planillas en las que se registren las mediciones de cada individuo para cada una de las unidades de muestreo (bien sean análogas o digitales) deben ser conservadas y una copia debe ser entregada con el EIA.

La determinación de los individuos registrados se debe realizar a nivel de especie o al mayor nivel de detalle taxonómico posible. La nomenclatura taxonómica debe estar de acuerdo con el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia[143]. o con organizaciones que emplean nomenclaturas taxonómicas actualizadas, como

[143] Disponible en: https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=catalogo_plantas_liquenes#anchor-downloads.

International Plant name index, Plants of the world online, GBIF, Index fungorum y Catalogue of life.

Se debe identificar y registrar a partir de los muestreos la presencia de especies endémicas, en veda en el ámbito nacional o regional, en categorías de amenaza según lo establecido en la Resolución 0126 de 2024 o aquella norma que la modifique o sustituya, libros rojos nacionales y en los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (en su versión más actualizada; señalar la fecha de consulta), así como las especies incluidas en los apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Adicionalmente, se debe identificar la presencia de plantas exóticas con alto potencial de invasión, con el fin de establecer la presión sobre las demás especies identificadas y de establecer si existen impactos asociados a su presencia o potencial de invasión; estas situaciones deben considerarse en la evaluación ambiental. Para tal fin se puede consultar el documento Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia, Cárdenas-López et al. (2017)[144] y la Resoluciones 0848 de 2008 y 0207 de 2010 o aquellas que las modifiquen o sustituyan.

Al encontrar individuos de especies no descritas con anterioridad, los registros biológicos de estas especies observadas y recolectadas deben acompañarse de soportes de trazabilidad de espécimen de referencia que especifiquen la localización geográfica y la descripción del área en donde se registra el hallazgo, así como del certificado de determinación taxonómica de un herbario avalado por el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC) o de los profesionales expertos en los grupos biológicos caracterizados (vasculares arbóreas, vasculares no maderables y no-vasculares) que realizaron la determinación. En este caso se debe presentar la hoja de vida y los soportes de su experiencia profesional. Los registros biológicos de las especies observadas y recolectadas deben ser publicados como un conjunto de datos a través SiB Colombia siguiendo los lineamientos establecidos por este sistema.

En importante que durante la ejecución de esta fase se contraste la información secundaria que se revisó en la fase previa al trabajo de campo, con el objeto de establecer su validez y el grado con el cual puede emplearse en los demás análisis y procedimientos requeridos en la elaboración del estudio ambiental.

Fase de análisis:

Consiste en determinar las características de composición y estructura de cada ecosistema incorporando como mínimo los siguientes elementos:

[144] Disponible en http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32935/557.pdf?se

- Densidad.
- Frecuencia.
- Abundancia.
- Dominancia.
- Estado sucesional.
- Estructura horizontal y vertical para coberturas naturales y seminaturales.
- Diagnóstico y análisis de la regeneración natural (descripción sucesional para brinzales y latizales).
- Perfiles de vegetación con su respectivo análisis.

Asimismo, se deben calcular como mínimo los siguientes índices:

- Diversidad alfa. Riqueza específica (riqueza de especies, Margalef o Menhinick) y estructura (Shannon-Simpson).
- Coeficiente de mezcla.
- Índice de Valor de Importancia (IVI).

Se debe presentar una base de datos con el procesamiento de la información que se derive del muestreo o censo ejecutado.

La estimación de biomasa y de carbono de los individuos inventariados y de los ecosistemas, debe desarrollarse empleando la metodología vigente del Ideam[145] u otras formuladas por las autoridades ambientales, institutos de investigación o instituciones académicas.

4.2.2.1.1.1 Especies arbóreas y helechos arborescentes en veda

La caracterización de las especies arbóreas y de helechos arborescentes en veda se debe desarrollar para el *área por intervenir* mediante un censo de los individuos

[145] Actualmente corresponde a la descrita en Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia (Phillips et al., 2011).

fustales y helechos arborescentes con altura del tallo mayor a 1,5 m o, para toda el área objeto de caracterización mediante un muestreo (considerar el numeral 4.2.2.1.1 para asegurar su representatividad) en el caso de proyectos, obras o actividades sin área por intervenir definida; la selección del método ya sea censo o muestreo debe estar en función de las condiciones bióticas de esta área y las características del proyecto, obra o actividad.

Se deben especificar las coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo con sistema de referencia Magna-Sirgas (origen nacional), así como representarlos en el mapa de ecosistemas. Asimismo, para cada especie se debe presentar la información solicitada para la fase de análisis del numeral 4.2.2.1.1.

Adicionalmente, se debe desarrollar un registro fotográfico[146] de las especies en veda registradas en campo con el siguiente contenido:

- Fotografías de las especies observadas en campo; es posible presentar fotografías adicionales tomadas en campo o en laboratorio. Las fotografías deben contar con una resolución que permita la observación de los caracteres diagnósticos o caracteres con que cuente el espécimen en el momento de la toma del registro fotográfico.

  La fotografía principal (fotografía de campo) debe registrar en la medida de las posibilidades, la arquitectura, fisionomía y estructuras reproductivas de la especie, de forma tal que se pueda contar con la vista general de la especie y con el detalle de sus estructuras relevantes. Las fotografías adicionales se pueden presentar para registrar los detalles de caracteres tipo con los que cuente el espécimen en el momento de toma de la fotografía que resulten de importancia para su determinación (hojas, yemas, flores, frutos, semillas, corteza, escamas, frondas, forma de crecimiento, estructuras reproductivas, entre otros).

- Coordenadas de localización y fecha de captura de la fotografía en campo.

Se debe verificar la determinación, características y distribución de las especies en veda mediante la consulta de información de autoridades ambientales, institutos de investigación y otras entidades especializadas en el tema, así como mencionar qué información fue consultada para este efecto. A continuación, se relacionan algunos actos administrativos que establecen especies vedadas.

[146] Se debe hacer uso de las herramientas tecnológicas (aplicaciones o plataformas) que las autoridades ambientales pongan a disposición para el cargue de la información relacionada con los ejemplares fotografiados, por ejemplo, datos sobre localización, determinación preliminar y fecha.

Tabla 22. Algunos actos administrativos que establecen especies de plantas arbóreas y helechos arborescentes en veda

Resolución / Acto administrativo	Objeto de veda
Resolución 0316 de 1974 del Inderena o la que la modifique o sustituya.	Pino Colombiano (*Podocarpus rospigliossi*, *Podocarpus montanus* y *Podocarpus oleifolius*), Nogal (*Juglans* spp.), Hojarasco (*Talauma caricifragans*), Molinillo (*Talauma hernandezi*), Caparrapí (*Ocotea caparrapi*), Comino de La Macarena (*Erithroxylon* sp. [sic.]) y Roble (*Quercus humboldtii*).
Resolución 0801 de 1977 del Inderena o la que la modifique o sustituya.	Veda permanente en todo el territorio nacional para el aprovechamiento, comercialización y movilización del helecho arborescente, clasificado bajo las familias Cyatheaceae y Dicksoniaceae, con los siguientes géneros: *Dicksonia, Alsophila, Cnemidaria, Cyatheaceae, Nephelea, Sphaeropteris* y *Trichipteris.*
Resolución 0463 de 1982 del Inderena o la que la modifique o sustituya.	Todas las especies forestales. Veda por tiempo indefinido en las áreas de la Costa Pacífica (anteriormente Regionales Pacífico Sur, Pacífico Medio y Zona Pacífica de la Regional Chocó del Inderena) para el aprovechamiento, movilización y comercialización de cualquier especie con destino a la obtención del producto denominado “Vara”. Se prohíbe el aprovechamiento y movilización de especies que tengan diámetro a la altura del pecho inferior a 15 cm.
Resoluciones 1602 de 1995 y 020 de 1996 del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) o la que la modifique o sustituya.	Mangle (*Rhizophora harrisonii, Laguncularia racemosa, Conocarpus erectus, Avicennia germinans, Avicennia tonduzii, Pelliciera rhizophorae, Mora megistosperma, Mora oleifera*)
Resolución 096 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) o la que la modifique o sustituya.	Roble (*Quercus humboldtii*).
Actos administrativos emitidos por autoridades ambientales.	Diferentes especies vegetales. Se debe consultar a la autoridad ambiental competente, qué especies vegetales tienen veda en su jurisdicción.

4.2.2.1.2 Especies vasculares, no vasculares y líquenes, en hábitos terrestres, rupícolas y epífitos

La caracterización de estas categorías de vegetación se debe realizar por cada ecosistema (con especial énfasis en el área por intervenir), a fin de incluir plantas y líquenes de hábitos terrestres (que incluye humícolas), hábitos rupícolas y hábitos

epífitos; entre ellas se encuentran las pteridofitas (helechos), las especies de hábitos herbáceos de las monocotiledóneas (familias Araceae, Bromeliaceae, Cyclantaceae, Liliaceae, Orchidaceae, entre otras) y de las dicotiledóneas (familias Cactaceae, Pasifloraceae, Piperaceae, entre otras), así como musgos, hepáticas y anthocerotales (plantas no vasculares) y líquenes. La caracterización de estos grupos biológicos debe contar con análisis de riqueza, abundancia, estratificación vertical, estructural horizontal (en función de los ecosistemas), preferencia de forófitos y composición desarrollados mediante métodos reconocidos y estadísticamente soportados.

Se debe tener en cuenta que este tipo de vegetación, además de aportar gran cantidad de biomasa a los ecosistemas terrestres tropicales (Gentry & Dodson, 1987; Benzing, 1990), tiene una alta sensibilidad a las alteraciones del hábitat y constituye un elemento importante de la biodiversidad, especialmente en los bosques húmedos tropicales (Granados-Sánchez et al., 2003) y ecosistemas de alta montaña como páramos y bosques altoandinos.

A continuación, se establecen las particularidades que se deben tener en cuenta para la caracterización de estos grupos biológicos en las fases previa, de campo y de análisis.

Fase previa:

Consiste en la recopilación de información secundaria sobre la presencia de especies vasculares, no vasculares y líquenes de hábitos terrestres (que incluye humícolas), rupícolas y epífitos para el área objeto de caracterización.

La Tabla 23 señala las fuentes de información que mínimamente deben considerase en la fase previa.

Tabla 23. Fuentes de información a consultar en la fase previa de la caracterización de plantas de hábitos terrestres, rupícolas y epífitos

Fuente	Tema
Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB).	Registros biológicos de especies; listado de especies silvestres amenazadas en Colombia de acuerdo con la Resolución 0126 de 2024 o la que modifique o sustituya; otros listados de especies, fichas de especies.
Libro rojo de briofitas de Colombia (versión más actualizada).	Especies amenazadas de briofitos.
Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 3: Las bromelias, las labiadas y las pasifloras (versión más actualizada).	Especies amenazadas de las bromelias.

Fuente	Tema
Libro rojo de plantas de Colombia. Vol. 6: Orquídeas, primera parte. Serie Libros rojos de especies amenazadas.	Especies amenazadas de las orquídeas.
Colombia diversidad biótica VI. Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia	Musgos y líquenes.
Colombia diversidad biótica XII. La región Caribe de Colombia	Líquenes, orquídeas y bromelias.
ColFungi	Especies de líquenes
Herbarios en el ámbito nacional que se encuentren registrados en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC).	Especies vedadas.
Catálogo plantas y líquenes de Colombia (versión en línea).	Especies por familia, género, especie, departamento y rango altitudinal.
Estudios ambientales que compartan total o parcialmente el área de influencia del medio.	Listados de especies.
Resolución 0126 de 2024 de Minambiente o la que la modifique o sustituya.	Listado de especies silvestres amenazadas en Colombia.
Resolución 0213 de 1977 del Inderena o la que la modifique o sustituya.	Veda nacional para musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos como arbolitos, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies.
Resoluciones de levantamiento de veda de flora silvestre otorgadas en la región en donde se localiza el proyecto, expedidas antes del Decreto – Ley 2106 de 2019.	Listados de especies a las cuales se les ha otorgado el levantamiento de veda de flora silvestre.
Actos administrativos relativos a vedas, emitidos por autoridades ambientales.	Listados de especies vegetales con vedas en el ámbito regional.

Para aquellas especies que se prevé pueden encontrarse en el área objeto de estudio, se debe buscar información relacionada con su categoría de amenaza, endemismo, veda u otras restricciones, así como sobre su ecología, en el caso de encontrarse disponible en la literatura.

Preferiblemente, el muestreo para este tipo de vegetación se debe formular de forma tal, que sea posible desarrollarlo paralelamente con el muestreo que se establezca para caracterizar los ecosistemas previamente determinados, buscando emplear los mismos lugares de muestreo.

Fase de campo:

Consiste en obtener información primaria sobre cada una de estas categorías de vegetación mediante las siguientes orientaciones:

- Especies vasculares, no vasculares y líquenes de hábito terrestre y rupícola.

  Para la caracterización de plantas no arbóreas que habitan en sustratos terrestres (que incluye humícolas, p. ej. suelo, troncos en descomposición, hojarasca, rocas), debe implementarse un diseño muestral representativo[147] para los ecosistemas del área objeto de estudio; Frahm et al. (2003) recomiendan implementar un muestreo sistemático por tipo de hábitat (p. ej. bosque, vegetación secundaria, pastos) que permita estimar la composición, abundancia y riqueza de los diversos sustratos terrestres de los ecosistemas.

  Con este fin es posible desarrollar un muestreo mediante parcelas de 1 m x 1 m adaptando la propuesta desarrollada por Gentry (1982), o bien, establecer el tamaño y cantidad de parcelas de muestreo demostrando su representatividad y teniendo en cuenta que la forma de las parcelas debe definirse según la topografía del terreno. Asimismo, para la caracterización de estos sustratos es posible emplear la estrategia de muestreo para hábitos terrestres del Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (RRED-analysis) propuesto por Gradstein et al. (2003) o el método desarrollado por Wolf (1993).

  El muestreo para las especies de briofitos y líquenes debe definir tanto el tamaño de la plantilla a utilizar (en cm^2) como la cantidad de repeticiones; para ello, puede emplearse como referencia el método planteado por Iwatsuki (1960).

  El procedimiento de caracterización para este grupo de especies adicionalmente debe permitir la recolección de información para cada una de las unidades de muestreo sobre su localización (georreferenciada), tipo de sustrato, y parámetros que sean clave para comprender el estructura y funcionalidad de estas especies en los ecosistemas de interés.

- Especies vasculares, no vasculares y líquenes de hábito epífito.

  Es posible utilizar el Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (RRED-analysis) propuesto por Gradstein et al. (2003); asimismo, es posible emplear cualquiera de los métodos señalados en la revisión de Burns & Zotz

[147] La experiencia en la evaluación de estudios ambientales ha demostrado que los muestreos aleatorios para este grupo de especies no son apropiados por cuanto subestiman la diversidad de especies y no permiten una buena aproximación a la estructura de los ecosistemas.

(2010) y Mendieta-Leiva & Zotz (2015). En todo caso, el método que se emplee debe estar soportado estadísticamente, permitir la obtención de información representativa para el área estudiada y posibilitar chequear su capacidad de caracterización de riqueza a partir del análisis de rarefacción con extrapolación o de la comparación de la curva de acumulación de especies (aplicando los estimadores apropiados para los tipos de datos obtenidos en campo) y la información secundaria aplicable al área objeto de caracterización.

El diseño de muestreo debe contemplar al forófito (árbol hospedero) como la unidad de muestreo; en la Tabla 24 se muestran algunos criterios para seleccionar los forófitos en los cuales se realiza el muestreo. Para analizar la diversidad de especies epífitas por ecosistema se puede emplear software especializado, paquetes estadísticos o los instrumentos que para este efecto desarrolle la autoridad ambiental.

Tabla 24. Criterios para seleccionar forófitos para muestrear epífitas en bosques neotropicales

Criterio	Variable	Medida
Características del forófito	Altura	>7m
	DAP	≥10cm
	Corteza	No exfoliable
	% Epífitas	>40%
	Distancia entre árboles	25m
Características del terreno	Acceso	Posible
	Pendiente	<90%
	Cobertura vegetal	Presencia de árboles

Fuente: Gradstein et al. (2003).

Es posible modificar o plantear criterios adicionales a los que se señalan en la Tabla 24 dependiendo del tipo de cobertura de la tierra y la cantidad y forma de la vegetación arbórea; tales ajustes deben ser soportados técnicamente. Adicionalmente, la selección de forófitos debe considerar el efecto de borde y evitar que los árboles seleccionados tengan superposición de copas. En áreas con dosel discontinuo se debe avanzar en un transecto y seleccionar forófitos hasta alcanzar la cantidad establecida en el diseño muestral.

El procedimiento de caracterización de especies vasculares, no vasculares y líquenes de hábito epífito adicionalmente debe recolectar información de cada

forófito sobre: localización (georreferenciada), toponimia de la región, familia, especie, altura total y CAP.

Presentar los análisis de estructura vertical y horizontal, así como de preferencia de forófito. Para la estratificación vertical, es posible ejecutar el muestreo a partir de la zonificación del forófito propuesta por Johansson (1974) (modificada por Ter Steege & Cornelissen (1989)). Esta zonificación se presenta en la Figura 15.

El trabajo en campo para la selección y recolección de epífitas vasculares, no vasculares y líquenes debe ejecutarse de la siguiente forma:

- **Flora no vascular y líquenes**: de acuerdo con el diámetro de los troncos y las características de las cortezas de los árboles o arbustos seleccionados como forófitos, se debe establecer el tamaño de la plantilla para realizar el muestreo (en cm^2) y optimizar la toma de datos de campo (Iwatsuki, 1960; Gradstein et al., 2003). El muestreo debe realizarse en los puntos cardinales del forófito (norte, sur, oriente y occidente) para aquellos casos en que el diámetro del tronco sea igual o mayor a 4 veces el tamaño de la plantilla. En caso de presentarse un diámetro de tronco menor, se deben muestrear 3 o 2 frentes del forófito, sin sobreponer la plantilla en una misma área. Para las especies vasculares, el muestreo se debe realizar en cada una de las zonas de Johansson, y para las especies no vasculares, en las zonas I y II, evaluando en las plantillas antes determinadas la diversidad por estrato vertical (Ter Steege & Cornelissen, 1989; Frahm et al., 2003; Glime, 2017).

  La caracterización de estos organismos debe seguir protocolos apropiados para la colecta, preservación y embalaje de ejemplares. Las muestras colectadas deben ser representativas y retiradas con machete, pala o navaja de acuerdo con la consistencia del árbol y de la especie de flora no vascular o de liquen.

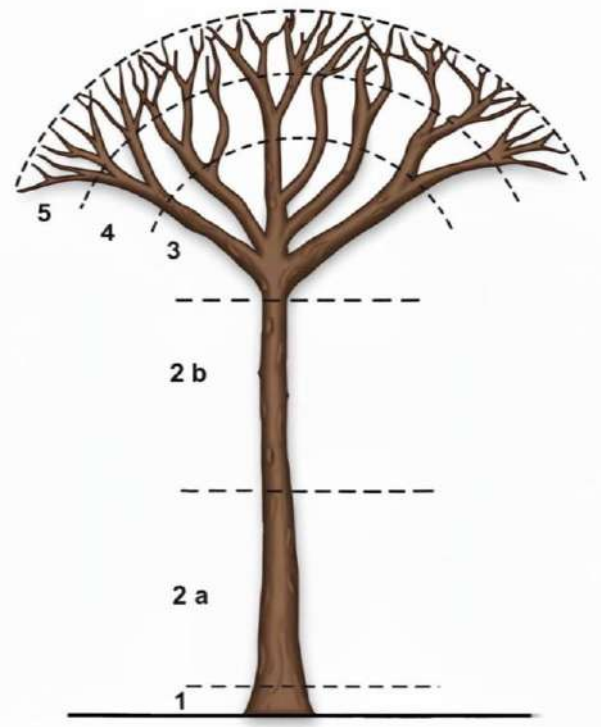
  Dado que la determinación taxonómica debe realizarse preferiblemente a partir del análisis de estructuras reproductivas, se debe buscar la recolección de un ejemplar fértil examinando las plantillas con una lupa de 30x mínimo; en todo caso, además de la recolección de especímenes (fértiles o no), se debe registrar en las planillas de campo aspectos fisionómicos importantes como el tipo de ramificación, disposición de las hojas y forma de crecimiento (briofitos) y tipo, forma, consistencia del talo y fijación al sustrato (líquenes), color, textura y otras características que permitan su determinación taxonómica en laboratorio, proceso que debe ejecutarse mediante instrumentos ópticos especializados y la aplicación de pruebas químicas.

- **Flora vascular**: el muestreo de los diferentes grupos de epífitas vasculares, se debe realizar registrando la cantidad de individuos (abundancia) o bien, de agregados por especie, observada para cada estrato vertical del forófito (Figura 15). Además, se deben registrar datos de floración o fructificación.

Deben tomarse muestras botánicas de todas las especies de flora vascular y de líquenes registradas en campo, a fin de contar con un testigo de todas ellas y de realizar su determinación taxonómica, ya sea en un herbario o mediante los servicios de un experto especialista en el grupo taxonómico.

La información resultante de la fase de campo se debe contrastar con los listados realizados en la fase previa de revisión de información secundaria, con el fin de verificar y confirmar la diversidad biológica, las distribuciones geográficas y las especies en amenaza, veda o endémicas.

Figura 15. Zonificación vertical del árbol



Fuente: Adaptada de Johansson (1974), citado por Gradstein et al. (2003).

Para definir un muestreo representativo por cada ecosistema natural, seminatural y transformado, es posible utilizar la curva de acumulación de especies o bien,

desarrollar un análisis de curvas de rarefacción con extrapolación. Con el método de rarefacción, las muestras comparadas deben ser consistentes con el método de muestreo que corresponde a cada grupo biológico; es decir, la proyección de la curva de rarefacción debe presentarse de manera independiente para vasculares (bromelias, orquídeas, y demás grupos taxonómicos a considerar) y no vasculares (musgos, hepáticas, anthocerotales, líquenes), de acuerdo con los sustratos de su registro (hábito epifito y terrestre - rupícola).

En cualquier caso, se debe describir detalladamente la metodología implementada, enfatizando en la explicación del esfuerzo de muestreo representativo para los grupos de flora silvestre no arbórea, sustentando la eficiencia y efectividad del muestreo.

Fase de análisis:

La fase de análisis se aborda bajo las mismas generalidades para las especies vasculares, no vasculares y líquenes de hábito terrestre (que incluye al humícola), epífito y rupícola.

Para la determinación de los especímenes colectados se deben consultar colecciones o textos científicos enfocados en estos grupos de plantas y en líquenes, pueden consultarse los documentos de Gradstein (2001), Churchill et al. (2020a, 2020b) y la serie Colombia Diversidad Biótica, entre otros. Las determinaciones taxonómicas deben contar con una certificación de un herbario inscrito en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC) o de un especialista experto; en este caso se debe presentar la hoja de vida y los soportes de su experiencia profesional. Además, se debe señalar la bibliografía u otras herramientas utilizadas en el proceso de determinación y justifique, en caso de necesidad, las razones por las cuales no fue posible la determinación taxonómica a nivel de especie. El certificado de determinación taxonómica[148] debe incluir como mínimo:

- Nombre del herbario o del especialista.
- Fecha de emisión.
- Nombre del proyecto, obra o actividad y la empresa que solicita el certificado.
- Cantidad total de especímenes determinados por grupo.
- Listado de ejemplares determinados (ordenado por familia, género y especie).

[148] En caso de que sea expedido por un herbario, debe ser elaborado en papelería institucional que contenga nombre, sigla y dirección física y electrónica. En caso de que lo emita un especialista, puede ser un documento libre y sin logos.

Adicionalmente, los registros biológicos de las especies observadas y recolectadas, posterior a su determinación taxonómica, deben ser depositados en un herbario y publicados como un conjunto de datos a través de SiB Colombia siguiendo los lineamientos establecidos por este sistema, como parte de las obligaciones en cumplimiento del permiso de recolección de especímenes de la diversidad biológica bajo el cual se elabora el estudio ambiental.

Después de contar con la determinación taxonómica de todo el material, se debe consolidar una base de datos que señale por especie, su familia taxonómica, nombres comunes, hábito de crecimiento, abundancia, ecosistemas en los que se encuentra, localización geográfica de las unidades de muestreo en las que está presente, categoría de amenaza[149], apéndices CITES I, II y III, endemismos, vedas nacionales o regionales vigentes, usos, entre otras características.

La caracterización debe señalar para cada uno de los ecosistemas, grupo biológico (vascular, no vascular, liquen) y hábito de crecimiento, los siguientes parámetros: riqueza, composición, abundancia o cobertura (para no vasculares) y frecuencia (diversidad alfa). Asimismo, se debe señalar por ecosistema y grupo biológico cómo se distribuye la diversidad vertical (mencionando, por ejemplo, la preferencia de forófitos para las epífitas) y horizontalmente (aludiendo a los sustratos y otras características). Finalmente, se debe determinar y analizar la diversidad beta mediante índices de diversidad verdadera. Con el fin de obtener toda esta información, es posible emplear los métodos planteados por Frahm et al. (2003), Halffter (1998) y Moreno (2001).

Para una mejor comprensión de los datos obtenidos para este tipo de vegetación, es posible utilizar métodos de análisis, programas informáticos o paquetes estadísticos.

Se debe determinar y analizar el estado en el ecosistema de cada una de las especies registradas, considerando además de la información que resulte de los parámetros ecológicos previamente calculados, datos sobre la presión a la que están sujetas debido al desarrollo de especies invasoras, a la transformación y pérdida de hábitats, a la sobreexplotación, a la contaminación, a la ausencia de polinizadores, entre otros fenómenos.

4.2.2.1.2.1 Especies vasculares, no vasculares y líquenes de hábito terrestre, rupícola y epífito en veda

[149] De acuerdo con la Resolución 0126 de 2024 o aquella norma que la modifique o sustituya, la serie Libros rojos de especies amenazadas, los marcos normativos nacionales establecidos para la protección de la flora y los listados de UICN.

De forma complementaria a la caracterización de las especies vasculares, no vasculares y líquenes de hábito terrestre (que incluye al humícola), rupícola y epífito, cuyos métodos de obtención fueron señalados anteriormente, se debe relacionar de manera clara la siguiente información para las especies de estos grupos que se encuentran en veda:

- Diseño y resultados del muestreo para las especies de los grupos taxonómicos de bromelias, orquídeas, musgos, hepáticas, anthocerotales y líquenes incluidos en la Resolución 213 de 1977 o la norma que la modifique o sustituya o en otros actos administrativos que determinen su carácter de veda.

  La caracterización de estas especies debe realizarse en el *área por intervenir*, señalar el ecosistema, grupo biológico y hábito y asegurar su representatividad. En el caso de proyectos, obras o actividades sin área por intervenir definida, la caracterización debe referirse a las posibles áreas por intervenir.

  En cualquier caso, para cada grupo biológico y hábito se debe describir el método empleado (p. ej. Gradstein et al.; 2003) y el tipo y tamaño de la unidad de muestreo, así como señalar la forma en que se analizaron los datos (estadígrafos, curvas de acumulación de especies, entre otros elementos de importancia para estimar y analizar la diversidad y demás características de estas especies). Los diseños y esfuerzos de muestreo deben asegurar la su representatividad tal como se describe en apartados previos.

- Certificado de determinación taxonómica de un herbario o especialista en el grupo biológico de las especies en veda con los lineamientos definidos anteriormente, así como el certificado de depósito de los especímenes colectados.

- Determinación taxonómica al nivel más detallado posible. En caso de no lograr la determinación a nivel de especie, se deben señalar las razones que impidieron tal determinación.

- Coordenadas de ubicación de las unidades de muestreo (forófitos o parcelas terrestres que incluyen los hábitos humícola y rupícola) en las que se registraron especies en veda, con sistema de referencia Magna-Sirgas (origen nacional) y localización dichas unidades en el mapa de coberturas de la tierra y en el de ecosistemas.

- Diversidad:

- Alfa. De cada grupo biológico y hábito para el área de influencia y para cada uno de sus ecosistemas; se debe señalar la riqueza, composición, abundancia o cobertura (para no vasculares) y frecuencia. Asimismo, se debe cómo se distribuye la diversidad vertical (mencionando, por ejemplo, la preferencia de forófitos para las epífitas) y horizontalmente (aludiendo a los sustratos y otras características).

- Beta. De cada grupo biológico y hábito entre los ecosistemas, señalando la estructura y función de estas especies.

La estimación y análisis de la diversidad alfa y beta (o verdadera) puede realizarse mediante programas estadísticos. En cualquier caso, es necesario describir para cada grupo biológico y hábito, el muestreo y el método de análisis empleados.

- Registro fotográfico de las especies en campo[150] que contenga:

  - Coordenadas de localización y fecha de captura de la fotografía en campo.

  - Fotografías de las especies observadas en campo. Es posible presentar fotografías adicionales tomadas en campo o laboratorio. Las fotografías deben contar con una resolución que permita la observación de los caracteres diagnósticos o caracteres distintivos con que cuente el espécimen en el momento de toma del registro fotográfico.

    La fotografía principal (fotografía de campo) debe registrar en la medida de las posibilidades, el tipo de crecimiento, fisionomía y estructuras reproductivas de la especie. Las fotografías adicionales se pueden presentar para registrar los detalles de caracteres tipo con los que cuente el espécimen en el momento de toma de la fotografía que resulten de importancia para su determinación (hojas, yemas, flores, frutos, semillas, corteza, escamas, frondas, forma de crecimiento (también aplica para briófitos y líquenes), talo, estructuras reproductivas, entre otros).

Adicionalmente, es posible incluir fotografías que retraten la arquitectura de la vegetación en los ecosistemas en dónde se registraron especies en veda, evidenciando el estrato vertical y la forma del dosel de las especies de forófitos de preferencia de la epífitas, así como el tipo de sustrato y condiciones

[150] Se debe hacer uso de las herramientas tecnológicas (aplicaciones o plataformas) que las autoridades ambientales pongan a disposición para el cargue de la información relacionada con los ejemplares fotografiados, por ejemplo, datos sobre localización, determinación preliminar y fecha.

topográficas relevantes o especiales del suelo o roca dónde se evidencian especies de tipo terrestre o rupícola.

Esta información debe emplearse para la formulación de medidas de manejo en desarrollo de lo previsto en el Decreto - Ley 2106 de 2019 (o aquella norma que lo modifique o sustituya), y para el diligenciamiento del FUN de solicitud de aprovechamiento forestal y manejo sostenible de flora silvestre y los productos forestales no maderables establecido por la Resolución 1466 de 2021 o aquella norma que lo modifique o sustituya.

4.2.2.2 Fauna

La caracterización de la fauna se debe ejecutar mediante métodos de inventario rigurosos y apropiados a las condiciones ambientales del área objeto de caracterización que contemplen registros directos (visuales, auditivos -con observación del individuo- y recolección) e indirectos (rastros, huellas heces, indicios, sonidos) de la fauna. Los listados de especies que resulten de los inventarios deben incluir, además, parámetros biológico-ecológicos como distribución altitudinal, hábitat, hábitos alimenticios y otros que valoren el interés público, por ejemplo, endemismos, amenazas y comportamientos migratorios, identificando las unidades de coberturas de preferencia de estas especies.

Los parámetros bio-ecológicos y de interés no son los únicos que se pueden considerar para caracterizar cada grupo taxonómico objeto de estudio, éstos pueden ser complementados con otros que sean empleados en la literatura científica disponible.

La caracterización debe incluir un registro de atropellamiento de fauna silvestre en las vías existentes, así como la determinación de los puntos de mayor susceptibilidad de atropellamiento de fauna silvestre (hotspots), información que puede obtenerse siguiendo las orientaciones establecidas en documentos como “Atropellamiento de fauna silvestre en Colombia. Guía para entender y diagnosticar este impacto” (Jaramillo-Fayad et al., 2021) o empleando la información secundaria disponible (p. ej. Recosfa).

Fase previa:

Esta fase de la caracterización parte de la revisión de la información existente sobre la fauna potencialmente presente. Se pueden emplear como referencia, entre otras, las siguientes fuentes de información:

- Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia https://biodiversidad.co/.

- Colecciones científicas en línea del Instituto de Ciencias Naturales – ICN de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/.

- Registros de avistamiento obtenidos de los programas de observadores de fauna marina, cuya información reposa en las bases de datos del Invemar http://geonodesiam.invemar.org.co.

Para que la información recolectada sobre la fauna sea válida y representativa, el diseño de los inventarios y demás estudios debe basarse en métodos como los desarrollados por el Instituto Alexander von Humboldt (p. ej. Manual de métodos para desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villarreal et al., 2006), Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales (Lozano-Zambrano, 2009) y Peces de los Andes de Colombia (Maldonado et al., 2005)), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis (Invemar), The Nature Conservancy (p. ej. Un Enfoque en la Naturaleza: Evaluaciones Ecológicas Rápidas (Sayre et al., 2002)) y Conservación Internacional Colombia (p. ej. Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina (Angulo et al., 2006), así como en el estándar para la publicación de datos a través del SiB Colombia.

Asimismo, como complemento a los inventarios y estudios antes señalados, es posible prever el desarrollo de entrevistas estructuradas a los habitantes del área de influencia considerando las siguientes orientaciones:

- Entrevistar personas con más de 5 años habitando el área objeto de análisis.

- Entrevistar personas que frecuenten las zonas naturales.

- Aplicar el método *bola de nieve*, en el que una persona entrevistada refiere otras personas que cumplan con las dos condiciones anteriormente mencionadas.

- Registrar las coordenadas del sitio donde se realizó la entrevista.

- Localizar cartográficamente la ubicación de los sitios de avistamiento referenciados por los entrevistados. Para ello, se deben emplear herramientas que permitan que el entrevistado ubique fácilmente los puntos de observación de fauna, por ejemplo, mapas que señalen claramente elementos del paisaje como cerros, colinas, cuevas, ríos, o sitios reconocidos.

- Apoyar el desarrollo de las entrevistas en el listado de especies que potencialmente se encuentran en el área objeto de análisis.

Fase de campo:

Se debe plantear un diseño muestral para cada uno de los grupos biológicos objeto de caracterización que garantice la recolección de datos y obtención de información representativa para cada ecosistema.

El desarrollo del muestreo que se formule debe ejecutarse mediante métodos para el estudio de la fauna como los que se mencionan a continuación:

- Herpetofauna: para los muestreos de este grupo es posible hacer uso de métodos de muestreo activo, de muestreo pasivo y de combinación de éstos, por ejemplo:

  - Inspección por encuentro visual (VES por sus siglas en inglés): consiste en realizar inspecciones y recorridos por un área determinada en búsqueda de individuos, los cuales generalmente se encuentran en lugares de interés como charcos, cuerpos de agua, zanjas, bajo troncos y piedras. Esta recolección se hace por tiempo definido y teniendo en cuenta el diseño muestral planteado, lo cual se refleja en el número de transectos con búsqueda libre y sin restricciones, los cuales deben realizarse de manera diurna y nocturna para la obtención de registros visuales o auditivos (machos adultos de anuros durante la época reproductiva); y la captura directa.

  - Parcelas de hojarasca: consiste en delimitar parcelas en bosques y vegetación secundaria, las cuales se disponen de manera aleatoria. Dentro de éstas se recoge y remueve lentamente toda la hojarasca, capturando cualquier animal que se encuentre allí.

  - Trampas de caída (pitfall): consiste en impedir el libre tránsito de los individuos de este grupo que deambulan por un área determinada mediante la construcción de una barrera física. Para la instalación de las trampas pitfall y de cilindro con vallas de desvío, se debe realizar un recorrido de exploración por la cobertura vegetal de muestreo con el fin conocer y ajustar los sitios de instalación de las trampas, ya que los arreglos de las barreras y trampas deben seguir un diseño aleatorio dentro del área de interés.

- Trampas flotantes: consiste en disponer trampas formadas por un cuadro flotante de 1mx1m elaborado con tubos PVC de 12cm de diámetro, el cual tiene pegada en la parte inferior una malla de máximo 15 mm de luz; en los laterales de la trampa hay dos (2) pares de tablas de 40 cm de largo a modo de rampas de acceso flotando en el agua. En total, el diseño de muestreo consiste en máximo 5 trampas, puestas durante (5) horas en la mañana (6:00-11:00) por un día en cada cuerpo de agua a muestrear. No es necesaria la utilización de cebos en este tipo de trampa.

- Trampas de embudo: consiste en una malla soportada por anillos de aluminio con un mecanismo de funcionamiento similar a una nasa de pescadores. Las trampas tipo embudo han sido ampliamente utilizadas para capturar anfibios terrestres y semiacuáticos, lagartos, serpientes y tortugas dulceacuícolas.

- Técnicas de bioacústica pasiva y activa: consiste en la grabación, análisis e interpretación de los sonidos animales para estudiar su abundancia y distribución; las técnicas incluyen el Monitoreo Acústico Pasivo (MAP) para registros continuos mediante grabadoras y micrófonos especializados.

- Aves: el muestreo de este grupo debe abordarse mediante técnicas basadas en la evaluación ecológica rápida, es posible hacer uso de entre otras: i) capturas con redes de niebla en sitios estratégicos como proximidades de cuerpos de agua, bordes de bosque, vegetación en floración o fructificación, y depresiones de relieve, ii) registros visuales en recorridos realizados en transectos y puntos de conteo, en los que se debe realizar reconocimiento de llamados reclamos o vocalizaciones de las especies reconocidas en las diferentes áreas y, iii) técnicas de bioacústica pasiva. Para establecer los horarios de ejecución de los muestreos se deben seguir los lineamientos del Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villarreal et al., 2006) o versiones posteriores.

- Mamíferos: el muestreo puede desarrollarse mediante diferentes métodos y abarcar mamíferos pequeños, medianos y grandes, tanto terrestres como voladores, para obtener un listado completo de este grupo de vertebrados. En algunos casos considerar la recolección de especímenes en campo, más que todo en grupos como los pequeños roedores y murciélagos, ya que su determinación taxonómica depende de algunas características de su morfología animal (Morales-Jiménez et al., 2004); en todo caso se deben preservar, solamente con fines científicos, los especímenes estrictamente necesarios.

- Para mamíferos terrestres pequeños: instalar trampas Sherman en los sitios que se consideren más adecuados dependiendo del tipo de cobertura a muestrear. Se deben aplicar técnicas de colecta, sacrificio y movilización acordes al permiso de recolección otorgado para tal fin y colectar solamente la cantidad autorizada de ejemplares. Se deben determinar los individuos capturados al nivel de especie en el caso de que no sea posible realizar la determinación en campo.

- Para mamíferos terrestres medianos y grandes: realizar transectos de registro y observación diurna y nocturna que cubran las unidades a muestrear, según el diseño de muestreo definido para la zona. En estos transectos se deben registrar los indicios (huellas, heces, comederos, entre otros), atributos biológicos y ecológicos como dieta y horario de actividad, así como las observaciones directas que ocurran.

  Adicional a los transectos de observación se puede hacer uso del método de fototrampeo (cámaras trampa), teniendo en cuenta el diseño de muestreo implementado en la zona, es posible establecer una cuadrícula de muestreo siguiendo el Manual de fototrampeo de Díaz-Pulido y Payan (2012). Asimismo, es posible hacer uso de trampas Tomahawk, las cuales deben ubicarse en las diferentes unidades de muestreo.

- Para mamíferos voladores: instalar las redes de niebla que a criterio del investigador y en línea con el diseño de muestreo soporten la representatividad de éste y permitan caracterizar las comunidades de murciélagos. Las redes deben localizarse en sitios estratégicos de paso como quebradas y depresiones en el relieve, además de lugares de percha y donde se encuentre suficiente alimento. Los individuos capturados deben determinarse hasta especie, o al nivel más detallado posible; para tal fin, se debe considerar la colecta del ejemplar a fin de que sea determinado por expertos, teniendo en cuenta los métodos de colecta, sacrificio y movilidad incluidos en el permiso de recolección de especímenes. Los registros pueden apoyarse en técnicas de bioacústica pasiva.

Para la caracterización de la fauna terrestre, voladora, semiacuática y acuática por técnicas de bioacústica pasiva y activa (p. ej. para proyectos que impacten hábitats con especies de difícil avistamiento por técnicas comunes - especies crípticas), se debe considerar un diseño de muestreo que permita obtener la siguiente información:

- Riqueza de especies.

- Actividad acústica de cada especie o sonotipo a escala temporal (picos de actividad) y espacial (por punto de muestreo y cobertura) según el diseño muestral aplicado.

- Parámetros acústicos por especie o sonotipo como frecuencias mínima y máxima, máxima energía, duración y clasificación del sonido según el grupo taxonómico.

Para tal efecto se debe considerar lo siguiente:

- El periodo climático del diseño muestral de fauna debe coincidir para todos los métodos de registro directos e indirectos de los grupos biológicos (incluyendo bioacústica), a fin de obtener información completa sobre la actividad de los diferentes grupos biológicos.

- La tasa de muestreo bioacústico debe ser coherente con el grupo biológico a muestrear, por ejemplo, espectro audible para avifauna y ultrasonido para quirópterofauna. Las grabaciones deben realizarse en formato .wav a una resolución mínima de 16 bits.

- La cantidad de las unidades de muestreo para los muestreos acústicos pasivos se debe establecer en función de la cobertura la tierra, focalizando la caracterización en los sitios donde se proyecta la ejecución de actividades.

- En los casos de estimación de curvas de patrones de actividad de aves, anfibios y mamíferos, se deben contemplar los picos de actividad acústica (número de detecciones) para cada sonotipo / sonoespecie más representativo y sensible identificado durante el muestreo. Las curvas de patrones de actividad deben permitir la comparación de las unidades de análisis empleadas para la caracterización de los ecosistemas.

- Los recorridos de grabación por unidad de muestreo deben cubrir como mínimo los picos de actividad de la fauna.

Presentar soportes de audio por especie o sonotipo que permitan validar el reporte.

Cabe recordar que la máxima eficiencia y efectividad en muestreos breves de fauna, se alcanza empleando una combinación de métodos como los anteriormente señalados.

La determinación taxonómica de algunos especímenes de fauna requiere del estudio de caracteres en laboratorio, por ejemplo, el conteo y revisión de escamas para

reptiles, así como la revisión de cráneos para mamíferos pequeños como murciélagos o ratones. Es importante precisar que el registro fotográfico no siempre es suficiente para la posterior determinación taxonómica de las especies, ya que en muchos casos es necesaria la observación de caracteres diagnósticos *in situ*, que no son fáciles de observar en las fotografías (p. ej. datos cromáticos para la determinación de anfibios). Por tanto, se enfatiza en la posibilidad de recolección definitiva de especímenes como actividad científica de gran importancia y utilidad para el desarrollo de los inventarios y caracterizaciones de línea base, teniendo en cuenta los límites autorizados en el permiso de colecta.

Fase de análisis:

Determinar a nivel de especie o al mayor grado de detalle taxonómico posible cada uno de los especímenes registrados. La nomenclatura taxonómica debe seguir la versión más actualizada de las siguientes autoridades: para anfibios Amphibian Species of the World[151] y la lista de anfibios de Colombia[152]; para reptiles The reptile database[153]; para aves American Ornithologists' Union[154] y; para mamíferos Mammal species of the world[155]. Sin embargo, se deben tener en cuenta las publicaciones y listados taxonómicos de referencia oficiales nacionales más actualizados para grupos biológicos como peces dulceacuícolas, flora acuática continental, macroinvertebrados acuáticos continentales, entre otros grupos, que se encuentran consolidados y publicados por el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia)[156].

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

Para especies migratorias, se debe identificar el tipo de migración, el estatus de residencia y las épocas de permanencia. Esta identificación debe ser complementada con las especies que potencialmente pueden presentarse considerando el periodo climático no cubierto en el muestreo.

Se debe estimar la riqueza específica como una función de la acumulación de especies, relacionando los valores observados de la riqueza con los valores

[151] Disponible en https://amphibiansoftheworld.amnh.org/
[152] Disponible en https://www.batrachia.com/
[153] Disponible en http://www.reptile-database.org/
[154] Disponible en http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm
[155] Disponible en http://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/
[156] Disponible en https://datos.biodiversidad.co/

esperados a partir de estimadores paramétricos o no paramétricos (según los datos obtenidos), con el objeto de determinar la representatividad del muestreo y dimensionar el alcance de los resultados y conclusiones del estudio según el grupo biológico y los ecosistemas evaluados. Para estimar los valores esperados de riqueza se pueden utilizar programas como EstimateS 9.1.0[157], así como tener en cuenta el Capítulo 7, Anexo 7.2 del Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villarreal et al. 2006), en lo concerniente al procesamiento de datos.

Para definir un muestreo representativo, se puede emplear la curva de acumulación de especies por cada grupo de manera independiente (mamíferos, aves, anfibios, reptiles) por cada ecosistema o bien, es posible desarrollar un análisis de curvas de rarefacción con extrapolación en las cuales se compare el número de especies entre comunidades.

Con el método de rarefacción, las muestras comparadas deben ser consistentes desde el punto de vista taxonómico, es decir; la proyección de la curva de rarefacción debe presentarse para registros en el mismo grupo biológico. En cualquier caso, se debe describir detalladamente el método implementado, enfatizando en la explicación del esfuerzo de muestreo representativo para los grupos de fauna. Si las curvas de acumulación de especies indican que se obtuvo una cantidad mayor o igual al 85% de las especies esperadas en un sitio de muestreo para los grupos de fauna (mamíferos, aves, anfibios, reptiles), se puede realizar el análisis e interpretación de las curvas de acumulación (Villarreal et al., 2004).

En caso de que, por las condiciones particulares de los sitios y de los grupos objeto de muestreo no se obtenga para algún estimador el umbral del 85%, se deben argumentar las razones por las cuales no fue posible alcanzar dicho umbral de referencia y justificar técnicamente el método empleado para asegurar la representatividad del muestreo para las especies registradas por cada grupo (mamíferos, aves, anfibios, reptiles).

Se deben emplear estimadores que mejor se ajusten al método de muestreo desarrollado y al grupo que se esté caracterizando (mamíferos, aves, anfibios, reptiles), tomando como referencia el conjunto de datos recopilados y siguiendo el orden temporal de recolección. Para tal efecto se debe considerar lo señalado en la Tabla 25.

[157] Disponible en http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS/EstimateSPages/AboutEstimateS.htm

Tabla 25. Estimadores para el análisis de esfuerzos de muestreo

Estimador	Descripción	Grupo Biológico
"Sobs"	Los registros base para comparar.	
Chao 1	Asume cierta homogeneidad entre las unidades de muestreo. estimación de especies con datos de abundancia. En las primeras muestras se espera que tenga muchas especies representadas por uno (singletones) y dos individuos (dobletones)y luego este valor disminuya, conforme avanza el muestreo. Por esto se sugiere compararlo con singletones y dobletones.	Todos los que se puedan contar.
Singletones	Especies representadas por un individuo.	
Dobletones	Especies representadas por dos individuos.	
Chao 2	Asume cierta homogeneidad entre las muestras. Estimación de especies basado en la incidencia (presencia - ausencia). En las primeras muestras se pueden encontrar especies que estén en una sola muestra (uniques) o en dos (duplicates) pero a medida que se avanza en el muestreo este valor debe disminuir. Por esto se sugiere compararlo con Uniques y Duplicates.	Grupos que no presentan abundancias. Algunos métodos de grabación de sonidos.
Uniques	Especies encontradas en solo una muestra.	
Duplicates	Especies encontradas en solo dos muestras.	
Jacknife 1	Cuando hay cierta heterogeneidad entre las muestras como en un gradiente ecológico o un mosaico. Este estimador usa abundancia como Chao 1.	
Jacknife 2	Cuando hay cierta heterogeneidad entre las muestras como en un gradiente ecológico o un mosaico. Este estimador usa incidencia como Chao 2.	
ACE	Cuando no se superan los 10 individuos por punto de muestreo. Este estimador usa abundancia como Chao 1.	
ICE	Cuando una especie no se encuentra en más de 10 estaciones de muestreo. Este estimador usa abundancia como Chao 1.	

Fuente: Adaptado de Villarreal et al. (2006).

Analizar la estructura para cada uno de los grupos en estudio con base en atributos de composición, riqueza y abundancia de cada especie para cada uno de los ecosistemas. La diversidad de especies debe ser cuantificada usando índices de riqueza y dominancia, tales como el de dominancia de Simpson, o los de diversidad de Shannon-Weiner y de Margalef, lo anterior teniendo en cuenta el origen de los

datos. En lo que respecta al recambio de especies entre comunidades se pueden utilizar índices como el de Bray-Curtis, de similitud de Jaccard o el de complementariedad. Se debe tener en cuenta la naturaleza de los datos para seleccionar los índices adecuados.

Establecer la categoría de amenaza de las especies empleando como base la Resolución 0126 de 2024, o aquella norma que la modifique o sustituya, los listados de especies amenazadas de la IUCN y los apéndices I, II y III de la CITES. Asimismo, se debe reportar las especies invasoras con el fin de establecer la presión sobre las demás especies determinadas; para tal fin se pueden consultar las Resoluciones 0848 de 2008 y 0207 de 2010 o aquellas normas que las modifiquen o sustituyan. En caso de hallar nuevas especies se debe informar a las entidades competentes, tales como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, el Instituto Humboldt, el Sinchi y el IIAP.

Identificar los corredores de movimiento de fauna a partir de los análisis de conectividad (del numeral 4.2.2.3.2), especificando si la presencia del conjunto de especies seleccionado es temporal o permanente y si su observación se realizó durante las temporadas secas o de lluvias.

La determinación de estos corredores de movimiento debe incorporar criterios de uso del hábitat, como por ejemplo lugares de reproducción, sitios de alimentación y demás variables ecológicas relacionadas con los requerimientos de las especies de fauna determinadas en la caracterización de línea base.

La determinación taxonómica de las especies de fauna puede complementarse a partir de la información acústica levantada por grupo taxonómico (en caso de que esta información se haya registrado), a través del análisis de los parámetros acústicos identificados en campo y grabaciones de referencia o bibliotecas acústicas nacionales e internacionales.

Los resultados de riqueza obtenidos empleando una combinación de métodos de muestreo que incluyan registros indirectos auditivos, deben ser integrados a los análisis de efectividad del muestreo (curvas de acumulación de especies o curvas de rarefacción), considerando que los registros se deben estandarizar desde presencia / ausencia. Para los análisis de diversidad alfa y beta también se deben considerar desde estimadores no paramétricos de fauna vertebrada. Asimismo; tales resultados deben integrarse al MAG, señalando los puntos de muestreo y registros obtenidos con carácter de muestreo por bioacústica.

Para el procesamiento y análisis de esta información, es posible utilizar como referencia el Protocolo para toma de medidas de grabaciones focales en espectro audible utilizando el programa Raven (Versión 1.6.1) (Buitrago et al., 2022) u otras

guías o recursos técnicos que resulten pertinentes dadas las condiciones del proyecto y el grupo taxonómico objeto de caracterización.

4.2.2.3 Análisis de fragmentación y conectividad

Los análisis de fragmentación y conectividad ecológica permiten conocer las condiciones de estructura y de *potencial* funcionalidad del paisaje, así como obtener información adicional sobre los elementos que lo componen y que pueden influir tanto en la riqueza y diversidad de especies obtenidas en la caracterización biótica, como en los flujos energéticos representados en los patrones de movilidad de las especies.

Los análisis en fragmentación y conectividad ecológica deben contemplar la variación espacial y temporal de las coberturas y usos de la tierra, mediante la revisión de información secundaria e insumos óptimos que garanticen su validez.

Inicialmente, es necesario definir el modelo de mosaico de paisaje (parche, matriz, corredor) y aplicar las métricas de paisaje para cuantificar patrones espaciales que más adelante permitan vincular el paisaje con el ejercicio de conectividad ecológica. La interpretación de las métricas debe tener un enfoque estructural (composición y configuración), pero también una interpretación ligada a las características de hábitat de las especies caracterizadas.

Más adelante, se debe generar un modelo de *potencial* conectividad ecológica, tomando como insumo la información obtenida en la caracterización del medio biótico, y vinculando la estructura del paisaje con la capacidad de movimiento de las especies focales.

Los análisis de fragmentación y conectividad deben desarrollarse empleando software de procesamiento geoespacial.

Los análisis de fragmentación y conectividad pueden emplearse en la evaluación ambiental, considerando el proyecto como elemento del paisaje, para determinar y valorar con mayor certidumbre cómo su ejecución influiría en la fragmentación y la conectividad y, por ende, cuáles serían sus impactos en la riqueza, diversidad y movilidad de la fauna y flora del territorio, entre otros.

4.2.2.3.1 Análisis de fragmentación

El análisis de fragmentación se debe desarrollar a partir de las unidades de cobertura vegetal de tipo natural y seminatural realizando como mínimo lo siguiente:

- Seleccionar y sustentar las métricas de parche (p. ej. tamaño de parche, forma de parche, distancia euclidiana al vecino más cercano), métricas de clase (p. ej. área total, número de parches, distancia de borde, radio de giro, índice de forma, índice de dimensión fractal) y métricas de paisaje (p. ej. índices de diversidad, índice de similaridad, área de núcleo) para definir el estado actual y dinámica en términos de tamaño, número de parches, aislamiento y forma. Se deben mencionar los criterios que se tuvieron en cuenta para el cálculo de las métricas utilizadas en el análisis.

- Determinar los agentes y elementos que mayor incidencia tienen en las dinámicas de transformación de las coberturas de la tierra y que han conducido al estado actual de fragmentación y pérdida de hábitat.

- Analizar la fragmentación utilizando dos temporalidades como mínimo a fin de analizar la tendencia de la fragmentación. Este análisis de conectividad estructural debe basarse en el cálculo de índices como el de contexto paisajístico por cada parche de cobertura natural y seminatural teniendo en cuenta cómo se alteran los patrones del paisaje que, según Collinge y Forman (1998), pueden responder a una contracción, bisección, fragmentación (en un sentido estricto) o perforación; asimismo, se debe cuantificar la composición y configuración del paisaje.

Adicionalmente, se debe emplear el análisis de fragmentación para determinar y valorar los impactos directos e indirectos del proyecto asociados a la fragmentación y pérdida de hábitat. Dicho análisis se puede realizar siguiendo los lineamientos señalados en la viñeta anterior, pero considerando las obras o actividades que generarían mayor incidencia en la dinámica de fragmentación y pérdida de hábitat, la localización de los sectores que tendrían mayor alteración dentro de los polígonos de las áreas por intervenir y el cambio en el uso del suelo que generaría la ejecución del proyecto.

4.2.2.3.2 Análisis de conectividad

Generar modelos multiespecie (independientes para cada especie) de conectividad ecológica funcional; de ser necesario, se pueden desarrollar otros modelos que se consideren adecuados para las particularidades del proyecto (p. ej. modelos de distribución potencial, de calidad de hábitat o de idoneidad) a la escala establecida en los términos de referencia, realizando lo siguiente:

- Seleccionar las especies para desarrollar los modelos. Estas especies deben: i) tener alta sensibilidad a los impactos generados por el proyecto (p. ej. colisión, atropellamiento de fauna, perdida de cobertura vegetal); ii) desempeñar roles

funcionales clave como dispersión de semillas, polinización o depredación; iii) estar en amenaza de extinción (en peligro crítico, en peligro o vulnerable) o ser endémica o migratoria; iv) tener diferentes requerimientos de hábitat o estrategias de movilidad; v) tener un rango de hogar y distancias de movimiento congruentes con el área por intervenir del proyecto y la extensión del impacto, vi) tener importancia socioeconómica o cultural y, vii) tener información disponible.

- Determinar los parches de hábitat que constituirán los nodos de la red[158] de los modelos de conectividad ecológica funcional por especie, a partir de los registros de la caracterización de fauna (riqueza y abundancia) y de otras fuentes de información como los modelos de distribución[159] o de idoneidad de hábitat (existentes o propios), en caso de que la caracterización de la fauna sea insuficiente. Se pueden incorporar criterios de uso del hábitat como, por ejemplo, lugares de reproducción, sitios de alimentación y demás variables ecológicas relacionadas con los requerimientos de las especies de fauna determinadas en la caracterización de línea base. Para esto, se deben tener en cuenta las características de rango de hogar de cada especie o un tamaño mínimo de parche de hábitat justificado, de acuerdo con la información de caracterización. Asimismo, se deben considerar las preferencias de hábitat[160] de las especies donde un mismo parche de hábitat puede incluir uno o varios tipos de unidades de cobertura vegetal.

- Estimar índices de conectividad basados en la teoría de grafos para determinar y valorar el rol de los fragmentos definidos como parches de hábitat o nodos de red y su importancia para la conectividad ecológica, siguiendo lo propuesto por Beier et al. (2007), Bodin & Saura (2010), Saura et al. (2011), Carrol et al. (2012) y Mateo-Sánchez et al. (2015), para esto se debe tener en cuenta la distancia de movimiento diaria y/o de dispersión.

A partir de la totalidad de nodos seleccionados o de los más importantes, se deben estimar las rutas y corredores potenciales entre parches de hábitat para cada especie mediante los algoritmos que se emplean en métodos como el análisis de menor costo o en la teoría de circuitos que desarrollan Bunn et al. (2000), McRae et al. (2008) y Etherington (2016), analizando los resultados tanto por especie como para el conjunto de especies.

[158] Correa Ayram et. al. (2015).
[159] Asimismo, es posible emplear los BioModelos, una aplicación web para la consulta y descarga de información geográfica sobre la distribución de especies de Colombia, desarrollada por el Laboratorio de biogeografía aplicada del Instituto Humboldt (disponible en: http://biomodelos.humboldt.org.co/).
[160] Krausman y Morrison (2016).

En el marco de este análisis, se debe generar una matriz de resistencia por especie empleando una evaluación multicriterio que califique y pondere las variables seleccionadas (elementos físicos del paisaje) según su influencia en la movilidad de las especies bajo análisis; esta evaluación puede basarse tanto en la experiencia profesional, como en la literatura científica y en otras fuentes de información primaria o secundaria, las cuales deben ser referenciadas en caso de emplearse.

Se deben presentar un anexo con los siguientes elementos: esquema de modelización, ejecutables, variables y parámetros de entrada, calificación de la matriz de resistencia, salidas gráficas y cartográficas de los resultados (intermedios y finales) de los modelos. El propósito de ello es poder replicar los ejercicios de modelización.

Los resultados del análisis de conectividad deben permitir la determinación de áreas críticas para la conservación y de muy alta sensibilidad biótica.

A partir de los lineamientos señalados previamente, desarrollar modelos de conectividad funcional como insumo para la evaluación ambiental. Tales modelos pueden utilizarse para identificar los sitios con mayor probabilidad de afectación o para determinar y valorar cambios (impactos) en las áreas de interés ecológico (p. ej. áreas núcleo, rutas de menor costo o corredores potenciales de movimiento de especies) en el área de implementación del proyecto y la consecuente alteración de variables como el uso del suelo o la superficie cubierta por bosques u otros ecosistemas.

4.2.3 Ecosistemas acuáticos continentales y marino-costeros

Con el fin de determinar la composición y estructura de la flora y fauna existente en los ecosistemas acuáticos continentales, marino costeros u oceánicos, se deben caracterizar las comunidades hidrobiológicas y otros grupos de fauna que en sus ciclos de vida hagan uso de los ecosistemas acuáticos para su desarrollo.

La caracterización de la fauna en ecosistemas acuáticos debe considerar que algunas especies también se reportan en la caracterización de fauna terrestre. En estos casos, se debe señalar claramente que la especie se registra en ambos ambientes.

Para caracterizar ecosistemas lóticos, lénticos y marinos, realizar las siguientes acciones:

Para ecosistemas lóticos se deben realizar muestreos de perifiton, macroinvertebrados acuáticos bentónicos, fauna íctica y macrófitas. Para ecosistemas lénticos se debe muestrear el plancton (fitoplancton, zooplancton e ictioplancton), macroinvertebrados acuáticos bentónicos asociados a raíces de macrófitas (según sea el caso), macrófitas y fauna íctica.

Para ecosistemas marinos se deben caracterizar los fondos sedimentarios (bentos: macroinfauna, epifauna y meiofauna), formaciones coralinas, praderas de pastos marinos, litorales arenosos (playas) y rocosos (acantilados) en función de estructura y fauna asociada. Igualmente, las comunidades planctónicas (fitoplancton, zooplancton e ictioplancton) y nectónicas (peces).

En proyectos que contemplen captaciones o vertimientos en ecosistemas acuáticos es necesario diseñar un muestreo representativo que permita establecer las características del punto de intervención, así como de los lugares en los que los ensamblajes y composición de las comunidades se verían impactados, a partir de los resultados de estudios o modelos relacionados con las obras o actividades a realizar.

Señalar la distribución espacial, hábitats e interrelaciones ecosistémicas de las familias, géneros, especies, morfotipos o grupos de organismos característicos, empleando herramientas estadísticas, análisis estacionales e índices ecológicos que incorporen atributos ecológicos estructurales y funcionales (p. ej. densidad, abundancia, cobertura o extensión, dominancia y biomasa) en conjunto con las variables fisicoquímicas relacionadas.

Describir los taxones que podrían ser utilizados como bioindicadores de la calidad ambiental en los ecosistemas acuáticos continentales y marino-costeros caracterizados. Para ello, se debe emplear la información disponible en la literatura científica con el fin de explicar las correlaciones existentes entre las características fisicoquímicas de la columna de agua, el caudal, los sedimentos, entre otras variables registradas durante los muestreos. De esta manera, se debe analizar la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas encontradas en función de las variables ambientales, lo cual puede servir como insumo para identificar posibles taxones de interés que puedan ser utilizados en el establecimiento de indicadores o umbrales dentro de la red de puntos que se planteen en el marco del Plan de seguimiento y monitoreo.

Para los ecosistemas acuáticos dulceacuícolas (lóticos y lénticos) y a partir de la información de mapas base, se debe determinar su dinámica estacional e importancia en el contexto regional.

Si las actividades del proyecto contemplan el desvío o realineamiento de cauces, la división, la eliminación parcial o la total de cuerpos de agua (lóticos o lénticos) incluyendo zonas de inundación estacional, se debe determinar la importancia de los ecosistemas lóticos o lénticos para las distintas comunidades hidrobiológicas, tanto en el área de influencia como en un contexto regional. El análisis debe priorizar las especies con algún grado de vulnerabilidad, amenaza, endemismo o importancia económica. Adicionalmente, se debe establecer si estas áreas corresponden a zonas de desove, cría y/o maduración para la ictiofauna. Para ello y sin descartar el uso de

otras técnicas, se deben realizar estudios de ictioplancton con un diseño de muestreo sistemático a lo largo del ciclo hidrológico (principalmente durante los meses de aguas altas), con el fin de establecer la relevancia de los cuerpos de agua objeto de intervención en la dinámica del ciclo vital de estas especies.

Asimismo, en estos casos se debe realizar un análisis de fragmentación de los ecosistemas acuáticos y de la afectación de los procesos ecológicos que se desarrollan en ellos (por ejemplo, la migración de especies y el transporte de semillas). Para esto, se deben considerar las actividades, obras e infraestructuras existentes en la zona que modifiquen, eliminen, restrinjan, aíslen o fragmenten temporal o permanente el flujo de los cuerpos de agua y de las comunidades hidrobiológicas caracterizadas.

Fase de campo

La caracterización debe realizarse de acuerdo con los métodos y alcances autorizados en el permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales asociado; dicho permiso y su notificación debe entregarse como soporte de referencia de la caracterización.

El estudio hidrobiológico depende de las características propias del cuerpo de agua a ser analizado, del tipo de sistema (lótico, léntico o marino) y de su profundidad y área (aplica para sistemas lénticos y marinos). Los lugares de los muestreos de las comunidades o ensambles hidrobiológicos deben corresponder con las estaciones de muestreo donde simultáneamente se haya realizado la caracterización fisicoquímica del agua; es necesario georreferenciar tales lugares y demostrar su representatividad temporal y de cobertura espacial en relación con los sitios que plantea intervenir el proyecto y con las actividades asociadas, lo que incluye también el uso y aprovechamiento de recursos. Se debe incluir la descripción del método empleado y su esfuerzo de muestreo por ecosistema analizado (léntico o lótico), integrando curvas de acumulación de especies o morfoespecies u otras técnicas. También pueden servir como referencia estudios o bibliografía que soporten los métodos empleados con la representatividad de los muestreos por comunidad.

Asimismo, es necesario que para los lugares en los que se establezcan las estaciones de muestreo se describan corrientes, oleaje y mareas, cobertura de sombra por parte de la vegetación riparia, presencia de lluvias antes o durante el muestreo, presencia de residuos sólidos, entre otros eventos que soporten la estructura y distribución de la biota acuática.

Para evaluar recursos hidrobiológicos continentales, es posible emplear los métodos establecidos en las versiones más actuales del Standard Methods for the Examination

of Water and Wastewater, el Manual de Métodos de Limnología (desarrollado por Rueda en 2002), y del Protocolo de monitoreo de agua vigente desarrollado por el Ideam. Para el muestreo de comunidades marinas es posible seguir los protocolos definidos por la RedCam del Invemar u otras metodologías que sean internacionalmente aceptadas.

El número y la ubicación de las estaciones deben permitir conocer el estado de las comunidades hidrobiológicas y determinar y valorar los impactos asociados a las actividades del proyecto, por ejemplo, descargas de vertimientos, ocupaciones de cauce o realineamientos. Con el fin de abarcar su extensión, esto puede requerir la necesidad de establecer varios puntos de muestreo sobre un mismo cuerpo de agua y considerar la variación en la columna de agua el número de microhábitats (rápidos, remansos, hojarasca), tipo de riberas, tipo de sedimentos, entre otras variables.

Es preciso que para el establecimiento de las estaciones de muestreo (mediante las cuales debe ser posible conocer la variabilidad de línea base del ecosistema), se prevea que éstas también deben permitir el monitoreo de las condiciones ambientales durante la ejecución del proyecto, obra o actividad y para ello, se deben tener en cuenta los lugares en los que los ensamblajes y composición de las comunidades se verían impactados. Todo lo anterior cuidando que el diseño muestral no se vea afectado por fenómenos de pseudoreplicación como los descritos por Hurlbert (1984).

Los muestreos para la caracterización de ecosistemas marino-costeros deben considerar al menos dos (2) periodos climáticos de acuerdo con la temporalidad establecida para el componente hidrológico (calidad de agua), describiendo dichos periodos y señalando claramente las fechas en las que se realizaron los muestreos. Para ecosistemas oceánicos se puede realizar un solo muestreo, siempre que se complemente con información secundaria y se justifique la representatividad de los datos en función de la estabilidad oceanográfica del área.

A continuación, se presentan consideraciones generales de la metodología para cada ensamble hidrobiológico:

- Plancton (fitoplancton, zooplancton e ictioplancton): las muestras cualitativas y cuantitativas de fitoplancton y zooplancton continental pueden tomarse por medio de filtrado con redes cuyos ojos de malla se encuentran entre 11 y 35 micras para fitoplancton, y entre 20 y 55 micras para zooplancton; adicionalmente, se pueden emplear muestreadores tipo botella cuando se requiera hacer muestreos que impliquen la columna de agua. Para el caso de ictioplancton la toma de muestra se puede realizar por medio de redes con ojo de malla entre 300 a 500 micras con flujometro acoplado. Para el plancton marino se recomienda usar redes con ojos de malla de 20 micras para el análisis

cualitativo del fitoplancton, y botella Niskin (entre 2 y 10 litros dependiendo la profundidad del área) para el análisis cuantitativo.

Para la caracterización del zooplancton marino es posible emplear redes de 200 micras con flujómetro para su cuantificación; para la caracterización del ictoplancton marino, es posible utilizar redes de 300 y 500 micras con flujómetro. El uso de redes se hace desde plataformas de muestreo adecuadas para los sitios de toma de muestra, a una velocidad y por un tiempo que son determinados según criterio del experto y dependiendo de las características del cuerpo de agua. Es posible emplear Borax y cloruro de magnesio para relajar los individuos, así como usar posteriormente rosa de bengala para la tinción de los organismos a fin de facilitar la separación del sedimento y la pérdida de muestras.

- Perifiton: dentro de cada estación de muestreo se puede localizar un sustrato duro donde se evidencie presencia de este ensamble (p. ej. roca, tronco, tallo de macrófito). Respecto de la selección del sustrato, debe tenerse en cuenta que la composición de las comunidades puede variar en función del sustrato escogido, por lo que una buena práctica es seleccionar un sitio con la mayor heterogeneidad posible de sustratos. Se deben realizar muestreos cualitativos y cuantitativos.

- Plantas acuáticas o macrófitas: el muestreo cualitativo y cuantitativo de macrófitas en cada estación de muestreo se puede efectuar mediante el trazado de una franja generalmente perpendicular al espejo de agua, siguiendo un gradiente ambiental agua-tierra. Se debe procurar muestrear todos los modos de vida de los diferentes macrófitos y plantas acuáticas, como son helófitos o plantas palustres, higrófitos, macrófitos enraizados-flotantes, macrófitos flotantes, macrófitos sumergidos y algas filamentosas. Los ejemplares colectados deben presentar, preferiblemente, la mayor cantidad de estructuras que permitan su determinación en laboratorio (p. ej. raíces, tallos, frutos, hojas).

- Macroinvertebrados asociados a macrófitas: los muestreos cualitativos y cuantitativos de la fauna asociada se efectúan mediante redes de área conocida, las cuales se introducen en el agua y se desplazan de arriba hacia abajo colectando las plantas y sus raíces. Las raíces son lavadas en la red, y el material obtenido almacenado.

- Necton (peces): los muestreos se deben llevar a cabo en dos (2) periodos diferentes (aguas altas y aguas bajas), preferiblemente a diferentes horas del día, para abarcar los cambios diarios en el comportamiento de los peces. Estos muestreos se deben realizar en las estaciones de muestreo previamente

seleccionadas, en diferentes ecosistemas (ríos, caños, lagunas, esteros, canales de riego y drenaje y embalses), abarcando los diferentes sub-hábitats como por ejemplo fondos arenosos, pedregosos y fangosos, huecos en troncos, zona profunda, palizadas, riberas cubiertas por gramíneas y ciperáceas, vegetación flotante, bosque inundado, fondos sedimentarios.

Para áreas de influencia en el mar, se debe presentar la información sobre la comunidad íctica existente con base en información secundaria y organizada en listados. La información debe estar registrada en las bases de datos y plataformas desarrolladas por las autoridades o institutos (Aunap, Sistema de Información Pesquera de Invemar -SIPEIN y el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina -SiBM). En el caso en que la información secundaria sea insuficiente, se deber realizar la caracterización considerando la profundidad y las condiciones del área objeto de caracterización.

Dada la considerable heterogeneidad de sub-hábitats acuáticos que puede presentar un cuerpo de agua y con el fin de evitar los sesgos inherentes a cada arte de pesca, se debe implementar el uso de varios artes o métodos para el grupo de los peces en cada punto de muestreo, los cuales deben estar enfocados principalmente en la captura de individuos.

Estos métodos pueden incluir desde artes tradicionales (p. ej. palangre, chinchorro, atarraya, trasmallo, redes, línea de mano), hasta la utilización de métodos más elaborados (p. ej. pesca eléctrica y trenes de nasas), cuya aplicación estandarizada permite replicarlos y comparar resultados entre lugares a fin de evaluar composición de especies, abundancias relativas, entre otras variables ecológicas.

En el caso de las redes, dado que el tamaño del ojo de malla influye significativamente en la selectividad de captura del método, se deben emplear al menos dos tamaños de malla diferentes por cada tipo de red utilizada. Adicionalmente, considerando que los cuerpos de agua (lóticos y lénticos) pueden alcanzar profundidades considerables, es necesario incorporar métodos de muestreo que permitan la captura de peces a distintas profundidades. Esto garantiza que los inventarios ictiológicos no presenten subestimaciones o sesgos al asegurar la inclusión de especies que habitan en zonas profundas.

Los muestreos en áreas marinas deben emplear técnicas adecuadas para cada hábitat, tales como nasas, palangres experimentales o redes de arrastre de bajo impacto.

- Fondos sedimentarios (invertebrados bentónicos): la toma de muestras cualitativas y cuantitativas se puede realizar de varias formas dependiendo de la profundidad del cauce, la velocidad de la corriente o marea, la composición del lecho, la inclinación y extensión de la zona del litoral, entre otras. En ambientes dulceacuícolas poco profundos se emplean habitualmente redes de mano, así como redes tipo Surber o muestreador cilíndrico. En el caso de cauces más profundos con corriente rápida o con lechos fangosos se deben utilizar dragas (p. ej. van Veen, Box-Corer, Birge- Eckman).

  Para la caracterización de comunidades bentónicas en ambientes marinos se debe considerar que éstas se agrupan en epifauna (organismos sobre el sustrato) e infauna (organismos dentro del sedimento) y que, además, se clasifican por tamaño en microfauna (<63 µm), meiofauna (42-500 µm), macrofauna (500 µm - 2 cm) y megafauna (>2 cm).

  Para la epifauna, se pueden emplear redes de arrastre tipo Beamtrawl, redes demersales semi-globo (semiballon otter trawl) y redes de arrastre Agassiz para recolectar grandes invertebrados y peces asociados al fondo. También se pueden utilizar trineos de fondo para recolectar macrofauna superficial y organismos en los primeros centímetros del sedimento. Igualmente, se han desarrollado nuevos métodos para recolectar información, especialmente en ambientes profundos, como el uso de vehículos operados remotamente (ROV) o vehículos submarinos autónomos (AUV) que permiten realizar transectos de video y fotografías

  Para la infauna, se pueden emplear dragas Van Veen, Box-Corer y muestreadores de tubo (piston core), que permiten recuperar muestras de sedimento con los organismos presentes en su interior.

  Para garantizar la precisión y comparabilidad de los resultados, es importante estandarizar el tiempo, la velocidad y el área de arrastre en los muestreos. La selección del equipo depende de la caracterización previa del fondo marino, la cual puede realizarse mediante ecosondas multihaz o unihaz, modelos digitales del terreno y análisis de imágenes del fondo.

- Formaciones coralinas someras: la caracterización de formaciones coralinas se efectúa inicialmente determinando el tamaño de la formación para así realizar el mapeo de ésta. Posteriormente, para determinar los atributos de cada formación se debe tener en cuenta por medio de transectos paralelos a la línea de costa y a diferentes profundidades (a criterio del experto), la cobertura de corales (duros y blandos), macroalgas, densidad y biomasa de peces (herbívoros y comerciales) e invertebrados vágiles siguiendo el Protocolo indicador de

Condición Tendencia Áreas Coralinas (ICT_{AC}) de Rodríguez-Rincón et al. (2014)[161].

- Praderas de pastos marinos: el muestreo de pastos marinos se efectúa inicialmente efectuando su mapeo y determinando el tamaño de la pradera. A criterio del experto y en el caso de praderas grandes (áreas mayores a 100 m^2) se deben emplear transectos de 10 m, y sobre ellos cuadrantes de 50 x 50 cm. En el caso de las praderas pequeñas (áreas menores a 100 m^2) de tipo parche en donde el transecto de 10 m se sale de la pradera, se deben lanzar cuadrantes de 50 x 50 cm aleatoriamente en el interior del parche. En cualquiera de los casos y al interior de cada cuadrante se debe tomar información de las especies de pastos, porcentajes de cobertura, densidades y altura de las hojas. Adicionalmente, se debe cuantificar la presencia de corales (duros y blandos), la densidad de peces herbívoros y de importancia económica; asimismo se debe elaborar un listado de la fauna asociada (invertebrados vágiles) a la pradera siguiendo el Protocolo Indicador Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICT_{PM}) de Gómez-López et al. (2014).

- Bosques de manglar: el muestreo de manglar se debe efectuar determinando cada árbol hasta el nivel de especie. La caracterización de los bosques de manglar se debe realizar por medio de transectos rectangulares o circulares en donde se registre el diámetro a la altura de pecho (DAP), la densidad por especie, área basal, altura total y comercial promedio del bosque, reclutamiento, fauna asociada a las raíces de mangle (punto intercepto) y otra información complementaria siguiendo el Protocolo Indicador Condición Tendencia Bosques de Manglar (ICT_{BM}) de Navarrete-Ramírez y Rodríguez Rincón (2014).

- Litoral arenoso (playas): la caracterización de playas se debe realizar inicialmente con la elaboración de perfiles de playa con base en el "Protocolo Indicador Variación línea de costa: perfiles de playa" de Navarrete-Ramírez (2014), incluida la caracterización de sedimentos y granulometría. Igualmente, se debe elaborar la caracterización biológica de sus comunidades por medio de transectos (paralelos a línea de costa, de tamaño determinado por la extensión de la playa y a criterio del experto) y de la extracción de muestras de arena con nucleadores en los tres niveles de cada playa (supra, meso e infralitoral). Asimismo, se deben cuantificar las madrigueras de cangrejos.

- Litorales rocosos (acantilados): las comunidades biológicas de los acantilados se deben caracterizar por medio de transectos de banda paralelos a línea de costa en los tres niveles del litoral (supra, meso y infralitoral). Dependiendo de

[161] Aplicable para formaciones coralinas en aguas poco profundas.

las características físicas del acantilado se debe establecer un número adecuado de cuadrantes al azar, con suficiente representación estadística, en donde se registre la cobertura de organismos sésiles (p. ej. algas y corales) y se cuantifique la presencia de invertebrados vágiles presentes en cada estrato registrado, así como peces para el estrato infralitoral. Esta metodología se debe ajustar a las características del acantilado siguiendo el documento Sampling protocol for assessment of marine diversity on rocky shores de MBON Pole to Pole (2019), empleado por Invemar y establecido para este ecosistema en América del Sur.

Fase de laboratorio

Para la determinación taxonómica de los ejemplares muestreados se debe asegurar la cadena de custodia, desde la recolección en campo, hasta el análisis en laboratorio, para lo cual se debe contar personal profesional idóneo. Es preciso contar con bibliografía actualizada y especializada, de preferencia nacional y regional. Los resultados se deben expresar en densidad para los ensambles de plancton (Ind/mL), perifiton (Ind/cm^2), macroinvertebrados (Ind/m^2) y macrófitas (unidades / porcentaje de cobertura); sin embargo, para los dos últimos, son válidos resultados en términos de abundancia cuando el método utilizado no emplee áreas definidas de muestreo (p. ej. red D-net y de pantalla). Para el ensamble de peces los resultados se deben expresar en unidades (cantidad de individuos) o unidades por esfuerzo de muestreo.

- Plancton y Perifiton: en el laboratorio, el reconteo se realiza en microscopio de luz utilizando técnicas apropiadas según la metodología de recolección empleada. La densidad del plancton se puede estimar mediante el conteo de los organismos presentes en la muestra completa en caso de que las abundancias sean bajas, en caso contrario se pueden contar los organismos presentes en alícuotas, reportando densidades en individuos por unidad de volumen (Ind / mL) o individuos por área de superficie (ind. / cm^2), según sea el caso. Para organismos marinos se debe corroborar la información taxonómica con la base de datos Algaebase[162], World Register of Marine Species (WoRMS) o de Ocean Biodiversity Information System (OBIS) y para organismos acuáticos continentales, con la base de datos Integrated Taxonomic Information System (ITIS).

- Fondos sedimentarios (invertebrados bentónicos): para el caso del macrobentos (tamaño ≥ 500 µm) cada muestra se debe transferir a una bandeja con agua, en la cual se lava y se retiran los invertebrados presentes; para el meiobentos (tamaño ≤ 500 µm), se puede utilizar el método de flotabilidad de los organismos con Ludox, facilitando así su separación del sedimento. En ambos casos se realiza el conteo y determinación taxonómica de los individuos con

[162] Disponible en: https://www.algaebase.org/

ayuda de un estereoscopio o microscopio. Una muestra de los ejemplares capturados debe ser depositada en una de las colecciones biológicas registradas en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RCN) que asegure un sistema de preservación en líquido óptimo de acuerdo con los estándares actuales establecidos. Para organismos marinos se debe corroborar la información taxonómica con la base de datos World Register of Marine Species (WoRMS) y para organismos acuáticos continentales la base de datos Integrated Taxonomic Information System (ITIS).

- Necton (peces): la determinación de los peces se debe realizar hasta la categoría taxonómica más precisa posible, teniendo en cuenta la disponibilidad de claves taxonómicas para el área geográfica objeto de estudio y corroborando la información primaria recolectada con estudios e investigaciones realizadas previamente. La nomenclatura taxonómica para los peces dulceacuícolas debe seguir la versión más actualizada de la Lista de peces de agua dulce de Colombia[163]; es una buena práctica consultar otras fuentes de información como el Eschmeyer's Catalog of Fishes[164] de la academia de ciencias de California y Fishbase.org. Para organismos marinos se debe corroborar la información taxonómica con la base de datos World Register of Marine Species (WoRMS). Una muestra de los ejemplares capturados que cumplan con los requerimientos de fijación y preservación establecidos por las colecciones biológicas o de referencia, se debe depositar en éstas, asegurando un sistema de preservación en líquido óptimo de acuerdo con los estándares actuales establecidos.

Fase de oficina

Estudiar la estructura de las comunidades desarrollando un análisis de la diversidad y abundancia de los organismos presentes, mediante índices de diversidad como el índice de riqueza de Margalef, índice de equidad de Shannon, índice de equitatividad de Pielou, dominancia de Simpson-r, curvas de dominancia, entre otros. Estos datos se deben complementar con un análisis de clasificación y ordenación mediante los índices de afinidad o disimilaridad tales como afinidad de Jaccard, afinidad de Dice y porcentaje de similaridad Bray-Curtis, entre otros (Ramírez & Viña, 1998).

Se deben analizar los resultados de las caracterizaciones de comunidades hidrobiológicas en términos de composición y estructura con respecto a las variables fisicoquímicas presentadas en el estudio y, establecer el comportamiento de las comunidades hidrobiológicas como indicadores de calidad biológica del agua a partir de su correlación con los datos fisicoquímicos registrados.

[163] Disponible en: https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=ictiofauna_colombiana_dulceacuicola
[164] Disponible en: http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp

Realizar un análisis de la bio-indicación de manera cuantitativa partiendo de la abundancia relativa de los taxones encontrados (especies indicadoras). Estos resultados se deben correlacionar con los análisis físicos y químicos haciendo uso de técnicas de estadística multivariada como BIOENV, PCA, DCA o MDS.

Realizar un análisis del nivel de perturbación de las comunidades bentónicas marinas (macroinfauna) mediante curvas de abundancia y biomasa (curvas ABC). Generar una tabla resumen por estación de muestreo en la que se relacione la conclusión obtenida para los ensambles hidrobiológicos, con la obtenida para los parámetros fisicoquímicos.

Caracterizar la fauna íctica de mayor importancia ecológica y económica asociada a los principales cuerpos de agua, así como señalar las especies migratorias (Zapata & Usma, 2013), en veda, endémicas o amenazadas de acuerdo con la Resolución 0126 de 2024 o aquella norma que la modifique o sustituya, el Libro rojo de peces marinos de Colombia (Chasqui et al., 2017), el Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica et al., 2012), los listados de la IUCN y los Apéndices I, II y III de la CITES.

Por otra parte, se deben reportar todas las especies exóticas que puedan generar o no presión sobre otras especies, como parte del muestreo de la biodiversidad; para tal fin se puede consultar la normativa en materia de especies exóticas invasoras (Resolución 848 de 2008 y Resolución 0207 de 2010, o aquellas normas que las modifiquen o sustituyan), el Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y transplantada en Colombia (Gutiérrez et al., 2012), la Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia y el sitio Web sobre especies introducidas marinas y costeras de Colombia del Invemar[165]. Asimismo, se debe reportar la determinación de nuevas especies a las entidades competentes, entre ellas, el Instituto de ciencias naturales de la Universidad Nacional de Colombia, el Instituto Humboldt, el Sinchi y el IIAP.

Conectividad e idoneidad de hábitat en ecosistemas acuáticos continentales

Para desarrollar modelos que permitan evaluar la conectividad ecológica se deben tener en cuenta las siguientes orientaciones mínimas:

- Seleccionar las especies a modelar teniendo en cuenta lo siguiente: i) la sensibilidad a los impactos generados por el proyecto (considerando la temporalidad de ejecución de actividades y la asociación del movimiento de las especies con las épocas climáticas); ii) condiciones como migración, amenaza y

[165] http://invasoresmarinos.invemar.org.co/

endemismo y; iii) el rol ecológico, especificidad de hábitats y diferentes rangos de movilidad.

- Realizar, para las especies seleccionadas, un análisis de la conectividad lateral y longitudinal a partir de modelos de idoneidad de hábitat que integren la información resultado de los modelos hídricos, sedimentológicos y de calidad del agua, entre otros modelos desarrollados para caracterizar la línea base. Este análisis debe permitir conocer la desconexión o afectación de hábitats para cada una de las especies, los momentos de mayor movilidad de las especies y las áreas de importancia para la conectividad.

  Para desarrollar estos modelos de conectividad es posible emplear como referencia los siguientes documentos: Using water residency time to enhance spatio-temporal connectivity for conservation planning in seasonally dynamic freshwater ecosystems (Hermoso et al., 2012); Integrating multidirectional connectivity requirements in systematic conservation planning for freshwater systems (Hermoso et al., 2012); Basin-scale impacts of hydropower development on the Mompós Depression wetlands, Colombia (Angarita et al., 2018) y; Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. (Amoros & Bornette, 2002).

- Presentar en un anexo los ejecutables, esquema de modelización, variables y covariables de entrada para la elaboración de los modelos, salidas gráficas y cartográficas de los resultados de los modelos. El propósito de ello es posibilitar la replicación de los ejercicios de modelización.

Las orientaciones señaladas previamente pueden ser empleadas para determinar y evaluar el impacto del proyecto en la conectividad ecológica o en el hábitat de fauna acuática. Los análisis de la conectividad lateral y longitudinal de las especies seleccionadas deben incorporar al análisis los resultados de las modelizaciones del escenario con proyecto para variables como caudal, calidad del agua, nivel freático, ruido, contaminantes atmosféricos, viento, sedimentación.

Tales modelos constituyen un elemento complementario de evaluación ambiental, pues permiten estimar de forma más precisa cómo y en dónde las actividades, obras e infraestructura del proyecto, limitan directa e indirectamente la movilidad de las especies y generan impactos relativos a la desconexión o afectación de hábitats. Adicionalmente, los modelos facilitan la formulación de medidas de manejo pertinentes (p. ej. pasos de fauna).

4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

La caracterización del medio socioeconómico debe analizar información cuantitativa y cualitativa con el propósito de conocer las condiciones socioeconómicas y culturales actuales de la población y así determinar los posibles impactos que pueden generar las actividades del proyecto, obra o actividad en cada una de sus etapas.

La caracterización socioeconómica de las unidades de análisis territorial debe efectuarse primordialmente mediante el levantamiento de información primaria, y analizando su relación con el proyecto, de manera que sirva para dimensionar los impactos que éste pueda ocasionar en las dinámicas sociales, económicas y culturales. Se debe describir la metodología, herramientas y técnicas empleadas en su consecución.

Las fuentes de información secundaria a emplear deben estar debidamente acreditadas, proceder de instituciones gubernamentales o de otras instituciones de reconocida idoneidad, al igual que de información vigente consignada en estudios regionales y locales recientes (o que se trate de la última información oficial publicada); la información secundaria existente puede emplearse en la medida en que sus datos revistan confiabilidad y pertinencia, y sus fuentes sean plenamente identificadas. Toda la información secundaria que se utilice debe ser citada apropiadamente en el estudio ambiental.

Se debe emplear información oficial sin limitarse a la indicada en el apartado fuentes de información del medio socioeconómico, entre ella la generada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (por ejemplo la referida a demografía, mercado laboral, actividades económicas y división político administrativa), la Unidad de Planeación Rural Agropecuaria (UPRA), el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (Sisbén), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Ministerio de Cultura, la Agencia para la Reincorporación y Normalización (ARN), la Unidad de Búsqueda de Personas dadas por Desaparecidas (UBPD) y la Fiscalía General de la Nación, así como la contenida en los instrumentos de ordenamiento territorial, los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, los planes de desarrollo departamental, los planes de desarrollo municipal, los planes de ordenamiento ambiental étnico, entre otros.

4.3.1 Información de contexto

Con el fin de contextualizar el estudio ambiental se debe incluir información de alcance general del ámbito regional o municipal, de ser posible que haya sido obtenida mediante un enfoque diferencial que considere y discrimine las características de diversos grupos (p. ej. mujeres, jóvenes, comunidades indígenas, comunidades

negras) y entornos (p. ej. brecha urbano – rural), con el fin de contrastarla con la información de caracterización de cada uno de los componentes del área de influencia del medio socioeconómico. Esta información puede ser obtenida a partir de fuentes de información secundaria.

A continuación, se referencia la información que debe servir para el desarrollo de este contexto de acuerdo con los componentes del medio socioeconómico:

4.3.1.1 Demográfico

Presentar para el ámbito regional o municipal información que permita conocer la dinámica de poblamiento, especialmente frente a los cambios históricos e hitos ocurridos en la ocupación y la expansión de los asentamientos del territorio, incluidos aquellos relacionados con el desplazamiento forzado o con los impactos de intervenciones humanas en el territorio y del cambio climático. Asimismo, se deben relacionar los grupos poblacionales (indígenas, afrocolombianos, campesinos, colonos, entre otros).

Analizar la dinámica poblacional del territorio tanto en la conformación, como en la estructura y condiciones de vida de la población.

Describir las tendencias demográficas a través de indicadores de demografía y efectuar un análisis histórico con base en la información disponible.

La información sobre el poblamiento actual en el ámbito regional o municipal constituye un insumo para establecer si los impactos pueden ser atribuidos al producto del proyecto, obra o actividad, o si son producto de las dinámicas existentes en el territorio.

4.3.1.2 Espacial

Presentar una síntesis de información sobre los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, recolección y disposición de residuos sólidos y RCD, internet, entre otros) y sociales (asociados a la infraestructura vial, social, comunitaria, de transporte, de salud, de educación, de recreación, de los medios de comunicación, de las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras), incluyendo su calidad y cobertura; asimismo, analizar los aspectos ambientales que pueden tener relevancia en la calidad de vida de la población y se relacionen con el proyecto, obra o actividad.

4.3.1.3 Económico

Con el objeto de brindar un panorama general de la dinámica económica, se deben determinar los tipos de actividades presentes en el municipio, en términos de funcionalidad económica y su relación con los bienes y servicios ambientales. Para ello, se deben determinar y analizar los procesos existentes, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Distribución de la tenencia de la propiedad rural, señalando condiciones de formalidad e informalidad.
- Tamaño de la Unidad Agrícola Familiar (UAF)[166] establecida para cada municipio.
- Procesos productivos (de incidencia local, regional o nacional) y tecnológicos.
- Mercado laboral actual (ocupación, empleo, desempleo, informalidad y subempleo), principales fuentes de empleo y existencia de centros de formación para el empleo.
- Polos de desarrollo o enclaves que interactúan con el área objeto de caracterización económica.
- Empresas productivas en los sectores primario, secundario y terciario.

4.3.1.4 Cultural

Presentar una síntesis general de los elementos asociados a la dinámica demográfica y a la dependencia económica y sociocultural (tanto de comunidades étnicas como no étnicas) con el entorno que debe contener al menos los siguientes elementos:

- Hechos históricos (migraciones, adopción de nuevas tecnologías, cambios de actividad productiva, conflictos ambientales, desplazamientos forzados, conflicto armado, entre otros), que hayan producido cambios culturales.
- Símbolos culturales más significativos para la población relacionados con las tradiciones económicas, tecnológicas, organizativas, religiosas, artísticas, entre otras, que estén asociados en con el ambiente y el territorio.

[166] Definida por el artículo 38 de la Ley 160 de 1994 como la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio.

- Usos tradicionales de los recursos naturales renovables y el ambiente por parte de los habitantes, teniendo en cuenta entre otros, la demanda, la oferta, el sentido de pertenencia, los usos culturales y tradicionales, el arraigo, las prácticas preservacionistas o conservacionistas y los valores simbólicos.

4.3.1.5 Político organizativo

Determinar las principales características político-organizativas, de acuerdo con la información secundaria encontrada en los instrumentos de ordenamiento territorial (EOT, PBOT, POT) que apliquen, los cuales, de acuerdo con el DNP (2013), son instrumentos básicos que orientan, regulan y espacializan las estrategias de desarrollo, buscando articular y armonizar la planificación sectorial y entre niveles territoriales, con respecto al uso y ocupación del territorio, y en relación con los elementos estructuran tés del territorio departamental, comprendiendo no sólo la dimensión geográfica, sino también la económica, social, cultural e institucional. Asimismo, se deben considerar (cuando aplique), los planes de vida y otros instrumentos propios de planificación de las comunidades étnicas.

Incluir información relacionada con los procesos de gobernanza[167] existentes en el territorio (p. ej. organizaciones sociales, veedurías ciudadanas y ONG), con el fin de entender de manera amplia, cómo se configura la estructura político-organizativa del territorio y cómo se relaciona dicha gobernanza con los grupos de interés.

4.3.2 Caracterización del área de influencia del medio socioeconómico

La información de caracterización socioeconómica de las unidades de análisis territorial debe efectuarse primordialmente mediante el levantamiento de información primaria (p. ej. fichas verdales, cartografía social, encuestas) que pueda ser contrastada o analizada con información secundaria.

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

Las fuentes de información secundaria a emplear deben estar debidamente acreditadas, proceder de instituciones gubernamentales o de otras instituciones de reconocida idoneidad, al igual que de información vigente consignada en estudios

[167] Ejercicio de la autoridad económica, política y administrativa para administrar los asuntos de un país a todos los niveles de gobierno. Comprende los mecanismos, los procesos y las instituciones a través de las cuales los ciudadanos y los grupos articulan sus intereses, ejercen sus derechos legales, cumplen sus obligaciones y resuelven sus diferencias (PNUD, 1997, citado por Zurbriggen, 2011).

regionales y locales recientes (cuya antigüedad sea menor a 10 años o que se trate de la última información oficial publicada); la información secundaria existente puede emplearse en la medida en que sus datos revistan confiabilidad y pertinencia, y sus fuentes sean plenamente identificadas. Toda la información secundaria que se utilice debe ser citada apropiadamente en el estudio ambiental

La información debe permitir conocer las principales características socioeconómicas de la población que pueden ser alteradas por la ejecución de las actividades propias del proyecto, obra o actividad, lo cual incluye también el uso y aprovechamiento de recursos naturales. La información debe obtenerse aplicando enfoques diferenciales y de derechos humanos que permitan conocer las características de grupos de interés como mujeres, jóvenes, comunidades indígenas, comunidades negras y otros sujetos de especial protección constitucional, así como evidenciar diferencias entre los entornos (p. ej. brecha urbano – rural).

Se debe consultar a la Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (Unidad para las víctimas) si en el área de influencia existen sujetos de reparación colectiva, si están reconocidos, cuáles son sus mecanismos de organización y en qué fase de la ruta de reparación colectiva se encuentra el grupo. La caracterización y obtención de información debe realizarse a través de la Unidad para las víctimas siguiendo sus directrices. Con el propósito de prevenir riesgos a las personas, la caracterización del medio socioeconómico debe abordarse y enfocarse en los grupos de interés identificados procurando no exacerbar los riesgos preexistentes.

Para los proyectos, obras o actividades de infraestructura de transporte, se debe indicar si existen áreas de interés forense, para lo cual es necesario hacer la respectiva consulta a la Unidad de Búsqueda de Personas dadas por Desaparecidas (UBPD) y a la Fiscalía General de la Nación[168].

La caracterización del medio socioeconómico debe referirse a los siguientes componentes:

4.3.2.1 Demográfico

Para las unidades de análisis territorial se deben describir las siguientes condiciones demográficas:

- Grupos poblacionales, dentro de los cuales se deben identificar los titulares de derechos que podrían verse en riesgo y/o vulneración por los impactos

[168] De acuerdo con orden judicial Justicia Especial para la Paz- Sección de primera instancia para casos de ausencia de reconocimiento de verdad y responsabilidad- AI 070 de 2022 y AI 017 de 2024.

ambientes del proyecto. En esta identificación se debe indicar cuales son sujetos de especial protección constitucional.

- Estructura y densidad de la población, señalando la población total en cada unidad de análisis territorial, composición por edad y sexo, número de hogares, promedio de personas por hogar, población en edad de trabajar[169].

- Patrones de asentamiento (nuclear o disperso).

- Población en situación de desplazamiento, señalando su procedencia, motivos del desplazamiento (p. ej. actores armados, conflicto armado, impactos ambientales de la intervención humana) y formas de incorporación a la unidad de análisis territorial (de acuerdo con información secundaria disponible).

- Tendencias demográficas, a partir del análisis de los principales indicadores de demografía y de un análisis histórico elaborado con base en la información disponible.

- Dinámica poblacional, describiendo la movilidad espacial actual y tendencial, así como los factores que influyen en fenómenos migratorios.

- Situación de pobreza, empleando indicadores como necesidades básicas insatisfechas, índice de pobreza multidimensional e índice de calidad de vida.

- Grupos con mayores dificultades para acceder a la información[170].

4.3.2.2 Espacial

4.3.2.2.1 Servicios públicos

Para las unidades de análisis territorial se debe presentar una descripción del acceso, cobertura y calidad de los servicios públicos, que permita determinar las condiciones actuales de las comunidades con respecto al acceso a los servicios y la presión sobre de los recursos naturales.

La descripción debe considerar los siguientes servicios:

[169] Población constituida por todas las personas de 12 años en adelante para las zonas urbanas y de 10 años en adelante en las zonas rurales (DANE, 2009).
[170] Se hace referencia a las personas que tienen mayor dificultad para informarse y participar de manera efectiva por diversas situaciones, entre ellas, limitaciones tecnológicas, auditivas, por tener una lengua diferente al castellano o vivir en espacios territoriales de difícil acceso.

- Acueducto. Caracterizar las fuentes de abastecimiento de agua potable, infraestructura de captación, tratamiento y almacenamiento; tipos de uso (doméstico, agropecuario, piscícola, entre otros); población usuaria; cobertura y calidad; entidades u organizaciones prestadoras o administradoras del servicio. Señalar las necesidades relacionadas con la cobertura y la calidad del servicio. La información sobre acueductos se debe relacionar con la información de los nacederos que los abastecen, empleando para ello, la caracterización del medio abiótico.

- Alcantarillado. Señalar la proporción de cada sistema de disposición de excretas (alcantarillado, pozos sépticos, letrinas, sin servicio) existente. Señalar las necesidades relacionadas con la cobertura y la calidad del servicio.

- Recolección y disposición de residuos sólidos (aseo). Determinar la cobertura y calidad del servicio de recolección y la disposición de residuos; asimismo, se debe describir la forma en que la cobertura y calidad del servicio inciden en las condiciones ambientales del suelo, atmósfera, cuerpos de agua, biodiversidad, entre otros elementos del ambiente.

- Servicios de energía, gas y telefonía. Analizar los principales aspectos de cobertura y calidad; analizar las necesidades de la población frente al servicio, así como las alternativas de abastecimiento o acceso.

- Servicio público esencial y universal de acceso a internet. Se debe analizar el acceso, cobertura y calidad de este servicio.

4.3.2.2.2 Servicios sociales

La información relacionada con los servicios sociales debe describir las dinámicas de la población para aprovisionarse de servicios de salud, educación, comercialización y en general de servicios del Estado.

Dicha descripción debe referirse además a lo siguiente:

- Infraestructura educativa y de salud (identificación y localización).

- Infraestructura recreativa y deportiva (identificación y localización).

- Centros poblados que ofrecen los servicios administrativos y financieros (notaría, inspección de policía, bancos, entre otros) y acceso a servicios sociales. Relaciones funcionales entre los distintos centros poblados y la zona rural.

- Viviendas (tipificación de sus características).

- Infraestructura de transporte vial relacionada con vías carreteras, aéreas, ferroviarias, fluviales y marítimas. Para la infraestructura carretera, se debe hacer énfasis en los accesos veredales y su funcionalidad, así como en la infraestructura de conexión (puentes, tarabitas, planchones, entre otras).

- Infraestructura social y comunitaria presente (incluyendo la relacionada con el uso y aprovechamiento de recursos naturales). En este caso, se debe georreferenciar la ubicación de dicha infraestructura.

- Infraestructura comunitaria e institucional de patrimonio cultural material e inmaterial, histórico de la humanidad y de la memoria de víctimas del conflicto armado interno y de víctimas de la violencia socio política.

- Formas de conectividad social y dificultades de acceso de las comunidades a centros nucleados de prestación de servicios sociales y trámites legales.

- Medios de comunicación (radio, prensa, internet, televisión, emisoras comunitarias y tecnologías de la información y las comunicaciones).

- Condiciones de la movilidad. Se deben señalar las frecuencias, servicios, modalidades y medios de desplazamiento (incluidos desplazamientos en animales y en bicicleta, así como a pie), de tal manera que sea posible determinar afectaciones a la interconectividad de los pobladores con su entorno y las relaciones sociales, de parentesco y de vecindad.

- Relaciones funcionales[171] para acceder e intercambiar servicios públicos y sociales, describiendo las que existan entre las distintas unidades de análisis territorial, incluyendo las que pueden darse entre las cabeceras, centros poblados y corregimientos municipales y la zona rural.

4.3.2.3 Económico

Se deben determinar, describir y analizar las actividades económicas de las unidades de análisis territorial. Dicho análisis debe considerar lo siguiente:

[171] Son aquellas relaciones que facilitan o favorecen el intercambio de bienes y servicios entre las diferentes zonas urbanas y rurales que conforman el territorio, que están determinadas por condiciones adecuadas de proximidad y accesibilidad, y que pueden ser tanto intra-municipales o supramunicipales (UPRA, 2016).

- Distribución de la propiedad rural de acuerdo con las categorías (micro, minifundio, pequeña, mediana y gran propiedad) establecidas en el numeral de metodología y tratamiento de la información del Atlas de la Distribución de la propiedad rural en Colombia publicado por IGAC (2012); formas de tenencia de acuerdo con las categorías (propiedad, arriendo, aparcería, usufructo, comodato, ocupación de hecho, propiedad colectiva y adjudicatario o comunero) establecidas en la Ficha Metodológica del tercer Censo Nacional Agropecuario del DANE (2016); asimismo debe contemplar zonas estratégicas para el desarrollo de actividades económicas y la sostenibilidad ambiental, tales como zonas de reserva campesina, zonas de desarrollo empresarial, Zonas de Interés de Desarrollo Rural, Económico y Social (ZIDRES), entre otras.

- Actividades productivas de los sectores primario, secundario y terciario, describiendo los procesos productivos y tecnológicos, e identificando los actores que las desarrollan y los recursos naturales utilizados por la población para su aprovechamiento o abastecimiento. Se debe analizar la contribución a la economía regional o municipal de cada uno de estos sectores e identificar su importancia en el contexto local; asimismo, se deben señalar los volúmenes aproximados de producción, tecnologías empleadas, centros productivos e infraestructura asociada y niveles de ingreso.

- Actividades económicas informales[172], como por ejemplo aquellas realizadas a borde de carreteras y en zonas rurales aledañas al proyecto, obra o actividad, especialmente aquellas que puedan resultar afectadas por el proyecto, obra o actividad.

- Actividades económicas relacionadas con el turismo o la recreación, especialmente aquellas desarrolladas en torno a un atractivo natural (ecoturismo) o en entornos rurales. Determinar los agentes económicos que intervienen en las mismas, así como los insumos, infraestructura, dinámica y demás elementos que las constituyen.

- Actividades económicas asociadas a negocios verdes o prácticas pecuarias sostenibles, que contribuyan a la generación de beneficios ambientales y a la conservación de los recursos naturales y el ambiente.

- Programas y proyectos productivos privados, públicos o comunitarios existentes, orientados a la sostenibilidad ambiental, social y económica que aporten al desarrollo local.

[172] Actividades asociadas a trabajos informales, en los cuales de acuerdo con ILO (2003), la relación de trabajo no está sujeta a la legislación laboral nacional, a impuestos, a la protección social o a determinadas prestaciones relacionadas con el empleo.

- Características del mercado laboral actual en cuanto al tipo de mano de obra y la forma de condición laboral del empleo (formal-informal), población ocupada y desocupada, y porcentajes de distribución en las principales actividades económicas. La información debe desagregarse generando datos específicos sobre mujeres, jóvenes, comunidades indígenas, comunidades negras, brecha urbano - rural, entre otros.

- Tendencias del empleo en el corto y mediano plazo, fuentes principales de empleo y centros de formación para el empleo.

- Principales características de los proyectos con licencia ambiental o instrumento de manejo equivalente en ejecución cuya área de influencia se superponga con el área de influencia del proyecto, obra o actividad.

4.3.2.4 Cultural

4.3.2.4.1 Comunidades no étnicas

La información cultural tiene como propósito establecer los principales rasgos culturales de la población que potencialmente puede verse afectados por las dinámicas propias del proyecto, obra o actividad. Para establecer lo anterior, es preciso tener en cuenta cambios culturales derivados de diversos estímulos externos, actividades económicas, eventos culturales, entre muchos otros que pudieron generar cambios históricos importantes en las características culturales desde una perspectiva interseccional.

Para la población asentada en las unidades de análisis territorial, se deben describir y analizar los siguientes elementos:

- Modificaciones culturales. Incorporando, de forma general, los valores culturales exógenos que puedan conducir a un cambio cultural (p. ej. desplazamientos poblacionales y ordenamientos del territorio).

- Bases y fundamentos del sistema sociocultural. Las prácticas culturales, usos, costumbres más relevantes y el sistema de creencias y valores que de alguna manera podrían interactuar en algún momento con el proyecto, obra o actividad.

- Patrimonio cultural inmaterial. Comprende las prácticas sociales, tradiciones estéticas y modos de conocimiento perpetuados en el seno de la comunidad.

- Bienes inmuebles declarados de interés cultural. Se debe indicar el acto administrativo mediante el cual se declaran tales bienes, así como referenciar sus planes especiales de manejo y protección, en caso de que existan.

- Espacios de tránsito y desplazamiento.

- Áreas de identidad y uso cultural para la recreación, el turismo, el esparcimiento y el uso ceremonial o religioso.

- Uso y manejo del entorno. Identificar la dinámica de la presión cultural sobre los recursos naturales renovables y del ambiente y los ecosistemas.

- Redes culturales. Evaluar las redes culturales presentes en el territorio que pueden alterarse por la ejecución del proyecto.

- Memoria histórica. Indagar por el recuerdo colectivo de eventos, experiencias e historias pasadas que generan identidad de los grupos de interés, procurando conocer las dinámicas culturales que conectan el pasado, el presente y el futuro.

- Cuestiones de género. Analizar los roles, las relaciones y las desigualdades entre hombres y mujeres, examinando los roles e identidades, necesidades y prioridades, acceso a roles de liderazgo y a los recursos, y el ejercicio del poder.

- Fundamentos culturales, usos y costumbres culturales y estructura del territorio.

4.3.2.4.2 Comunidades étnicas

En caso de procedencia de la consulta previa[173], se debe realizar la caracterización de las comunidades étnicas objeto de dicha consulta, describiendo y analizando los elementos que se relacionan a continuación, teniendo en cuenta los Planes de Ordenamiento Ambiental Étnicos y los demás instrumentos de ordenamiento territorial con los que cuenten estas comunidades.

- Dinámica de poblamiento. Describir el tipo de tenencia de la tierra (resguardo, reserva, tierras colectivas, áreas susceptibles de titulación, entre otros) y los patrones de asentamiento (nucleado o disperso), así como la movilidad de la

[173] La procedencia de realización de la de consulta previa es determinada por la Autoridad Nacional de Consulta Previa o quien haga sus veces, de conformidad con las previsiones legales y funcionales que la regulen y lineamientos adicionales que considere.

población, la dependencia económica y sociocultural de los ecosistemas, las concepciones tradicionales sobre la ocupación del territorio y los cambios culturales originados por el contacto con otras culturas.

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

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

- Salud. Describir el sistema de salud tradicional, las estrategias, recursos y espacios de curación teniendo en cuenta los agentes de salud utilizados por la comunidad (taitas, curanderos, curacas, payés, entre otros)[174]. Describir la relación con los demás sistemas de salud y las características de la morbimortalidad.

  Educación. Describir los tipos de educación (etnoeducación, formal y no formal) que se imparten en las comunidades, teniendo en cuenta la infraestructura existente, la cobertura, y los entes encargados de la misma. Asimismo, se debe describir la incidencia de los proyectos etnoeducativos en los procesos de participación de la comunidad étnica e identificar la presencia de profesores bilingües.

- Religiosidad y cosmogonía. Establecer cómo el sistema de creencias determina el relacionamiento con la naturaleza y con lugares específicos del entorno como bosques, cuerpos de agua, montañas, colinas o cerros, los cuáles deben ser identificados.

- Memoria histórica. Indagar por el recuerdo colectivo de eventos, experiencias e historias pasadas que generan identidad de los grupos de interés,

[174] La información obtenida y los acercamientos especiales con estos agentes, en caso de que sea posible desarrollarlos, constituyen elementos que desde el conocimiento tradicional permiten precisar en el numeral de evaluación ambiental del EIA, las implicaciones del proyecto, obra o actividad en el bienestar de la comunidad.

procurando conocer las dinámicas culturales que conectan el pasado, el presente y el futuro.

- Patrimonio cultural inmaterial. Comprende las prácticas sociales, tradiciones estéticas y modos de conocimiento perpetuados en el seno de la comunidad.

- Cambios culturales. Determinar los cambios que se han presentado en la conformación de la identidad a partir de procesos de choque, localización y resistencia.

- Etnolingüística. Identificar la lengua y dialectos predominantes en la población, la presencia de bilingüismo o multilingüismo, los mecanismos de relación intra e intercultural y las problemáticas más sobresalientes relacionadas con estos temas. Precisar el uso actual de la lengua, estimando el número de hablantes y justificar la necesidad o no de la traducción a la lengua nativa por medio de intermediación cultural.

- Cuestiones de género. Analizar los roles, las relaciones y las desigualdades entre hombres y mujeres, examinando los roles e identidades, necesidades y prioridades, acceso a roles de liderazgo y a los recursos, y el ejercicio del poder.

- Economía tradicional. Describir los sistemas económicos y productivos teniendo en cuenta la estructura de la propiedad, las actividades económicas, las estrategias productivas, las tecnologías utilizadas y la infraestructura asociada. Determinar las redes de comercialización de productos tanto inter como extra locales, regionales y fronterizas (en el caso en que proceda). Describir las prácticas de uso, aprovechamiento e interacción de la población con los recursos naturales, la participación de los miembros de la comunidad en las actividades productivas, así como el uso cultural y el grado de dependencia de la comunidad de los recursos naturales. Determinar la existencia de parcialidades al interior del territorio, tamaño, usos y grado de dependencia de las familias, entre otros.

- Organización sociocultural. Presentar una síntesis de los roles más importantes reconocidos en las formas tradicionales de organización, precisando los tipos de organización, representantes legales, autoridades tradicionales y las legítimamente reconocidas. Determinar los espacios de participación que contribuyen al fortalecimiento de la identidad cultural. Describir las relaciones interétnicas y culturales, los vínculos con otras organizaciones comunitarias y los diferentes conflictos que se presentan en la zona.

- Fundamentos culturales, usos y costumbres culturales y estructura del territorio.

- Presencia institucional. Describir los proyectos existentes dentro de los territorios tradicionales o colectivos y el grado de participación de la comunidad en los mismos. Se deben presentar las investigaciones, proyectos y obras que se adelanten por instituciones gubernamentales y no gubernamentales, dentro de los territorios tradicionales de las comunidades étnicas, incluyendo la función que cumplen, la vinculación que tienen las comunidades y la cobertura de dichos proyectos. Se deben identificar los proyectos de etnodesarrollo, definidos por cada una de las comunidades que se estén ejecutando o que se encuentren en proyección.

Mediante el análisis de esta información se deben determinar los rasgos culturales característicos de las comunidades étnicas presentes en el territorio, estableciendo sus patrones de comportamiento y las referencias que permitan establecer, en el numeral de evaluación ambiental, el nivel de afectación cultural que se deriva del desarrollo del proyecto, obras o actividad; para ampliar esta caracterización se deben tener cuenta las sentencias judiciales mediante las cuales se hayan adoptado decisiones relacionadas con la protección de los derechos territoriales, el gobierno propio y la autonomía.

4.3.2.5 Político organizativo

La información de caracterización debe permitir conocer la estructura organizativa e incidencia de las instituciones e instancias existentes, y abarca no sólo las promovidas desde el sector público, sino también, aquellas iniciativas y organizaciones del ámbito comunitario, cívico y privado existentes en el municipio.

4.3.2.5.1 Características político-organizativas

Presentar las características político-organizativas de las unidades de análisis territorial de acuerdo con la información secundaria encontrada en los planes de desarrollo municipal y departamental, en los planes de vida y los planes de etnodesarrollo, así como en los demás instrumentos de ordenamiento territorial existentes.

Presentar información referente a las relaciones e interacciones de poder y determinar los intereses y demandas de los entes territoriales y de la comunidad.

Asimismo, se debe diagnosticar con la información disponible, si en el área de influencia hacen presencia actores armados y si esto representa un riesgo para la vida,

integridad, participación y otros derechos humanos de la población, especialmente, de líderes ambientales, sociales y políticos.

4.3.2.5.2 Presencia institucional y organización comunitaria

Se deben identificar:

- Las instituciones públicas existentes en el municipio, describiendo la capacidad institucional para atender las condiciones actuales de su población y para intervenir ante situaciones que se puedan derivar de la ejecución del proyecto, obra o actividad.

- Las organizaciones privadas, productivas, sociales, ambientales, de derechos humanos y comunitarias, tales como gremios, asociaciones, corporaciones, Juntas de Acción Comunal (JAC) y cooperativas de índole internacional, nacional, departamental o municipal, presentes o que han tenido incidencia relevante, precisando entre otros elementos los siguientes:

  - Tiempo de permanencia en la zona.

  - Temas de interés o trabajo.

  - Programas o proyectos ejecutados o en ejecución y población beneficiaria.

- El liderazgo de grupos o personas. Identificar grupos o personas con un liderazgo reconocido, que posean la capacidad de comprender y compartir los sentimientos de su comunidad, de motivar a los miembros de su grupo y de comunicar eficazmente sus ideas e interactuar con otras personas.

- Las instancias y mecanismos de participación de la población, así como las instituciones y organizaciones presentes que fortalecen y contribuyen a la participación de la población y que hayan sido incluidas en la aplicación de lineamientos de participación del proyecto, obra o actividad.

- Las intervenciones de tipo social que se realizan o que se han realizado desde el ámbito gubernamental (p. ej. acuerdos de paz), así como desde los sectores económicos presentes en el área objeto de caracterización y la incidencia que dichas intervenciones han tenido en el componente político organizativo.

- La participación y representatividad que han tenido instituciones y organizaciones del área objeto de estudio frente al desarrollo de otros proyectos ejecutados en la zona.

Estos elementos en su conjunto deben permitir evidenciar los lazos de interrelación entre los ciudadanos y sus instituciones, y entre ellos mismos, así como reflejar las estructuras y relaciones sociales requeridos para asumir y sobreponerse de una mejor manera a los cambios o efectos generados por la entrada de un factor externo, en este caso particular, por la implantación de un proyecto, obra o actividad en un territorio determinado. Adicionalmente, esta información debe indicar los posibles espacios de interlocución para el desarrollo del plan de manejo ambiental del proyecto.

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

4.3.2.6 Tendencias del desarrollo

Desde una perspectiva integradora de las dinámicas socioculturales y de los modelos de organización política y social territorial, se deben identificar los proyectos en el corto, mediano y largo plazo que puedan incidir en las dinámicas sociales, económicas y cultuales, especialmente aquellos orientados al mejoramiento de la calidad de vida de la población, la sostenibilidad ambiental y la visión de desarrollo del territorio; se deben tener en cuenta las determinantes de ordenamiento territorial[175] y los planes o programas existentes en los ámbitos nacional, departamental y municipal (p. ej. POT, PDET, Pomca, PORH, planes de vida de las comunidades étnicas, planes de etnodesarrollo, Áreas de Protección de la Producción de Alimentos) que orientan las tendencias y visiones de desarrollo de territorio.

Determinar los procesos de desarrollo local, regional y nacional, incluyendo en ellos la existencia de proyectos de infraestructura ejecutados, los que están en proceso de desarrollo y los que se encuentran en la etapa de planeación, que puedan generar sinergias y acumulación de impactos ambientales dadas las actividades e impactos del proyecto, obra o actividad.

Se deben analizar los elementos más destacados del contenido de los planes de desarrollo, de ordenamiento territorial (tener en cuenta la información sobre la prospectiva) y de gestión ambiental (los cuales tienen un potencial de proyección de acciones estatales y comunitarias a corto y mediano plazo), en relación con lo

[175] Entre ellas, las asociadas con la conservación, la protección del ambiente y los ecosistemas y las de interés para proteger el derecho humano a la alimentación de los habitantes del territorio nacional localizadas dentro de la frontera agrícola (p. ej. APPA).

evidenciado en la caracterización de cada uno de los componentes del medio socioeconómico.

Adicionalmente, se debe presentar un análisis de cómo las distintas tendencias del desarrollo histórico o del proyectado han generado, dinamizado o afectado dinámicas de conflictividad socioambiental.

Determinar si algunas de las características actuales del medio socioeconómico, vienen precedidas por antecedentes históricos que mantienen su influencia en el presente y que pueden mantenerla a futuro, destacando su importancia y características principales.

Para obtener la información que sustenta el análisis de las tendencias de desarrollo, se deben tener en cuenta los planes o programas existentes en los ámbitos nacional, departamental y municipal (p. ej. POT, PDET, Pomca, PORH, planes de vida de las comunidades étnicas, planes de etnodesarrollo) que orientan las tendencias y visiones de desarrollo de territorio. Asimismo, en caso de necesidad, es necesario realizar consultas a las entidades del Estado competentes en cada caso.

Para la determinación de las tendencias de desarrollo se pueden utilizar metodologías participativas de construcción colectiva de información, como los diagramas de redes o las estructuras relacionales que existen entre los rasgos presentes en el territorio.

Este análisis permite articular la totalidad de la información del medio socioeconómico con las obras y actividades del proyecto, a fin de identificar en la evaluación ambiental si las tendencias del desarrollo pueden alterarse con la ejecución de este.

4.3.2.7 Conflictividad socioambiental

La caracterización de los conflictos socioambientales debe realizarse fundamentalmente a partir del análisis de la información recopilada para los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, los lineamientos del participación y tendencias de desarrollo, así como de los servicios ecosistémicos y el paisaje y considerando que las interacciones de doble vía que se dan entre los ecosistemas y los sistemas humanos generan cambios recíprocos en las características de ambos sistemas.

Se deben describir los conflictos socioambientales suscitados por el acceso, uso, manejo, protección o afectación de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos que resultan de las actividades socioeconómicas y culturales de la población del área de influencia. Asimismo, se deben determinar y mapear los dinámicas desencadenantes de tales conflictos en el territorio; por ejemplo, factores económicos y políticos

externos, vulneraciones a los derechos humanos, impedimentos de acceso a la información ambiental o desconocimiento de ésta.

De igual manera, la caracterización debe dirigirse tanto a los conflictos que pueden exacerbarse, como a los que pueden atenuarse con la posible futura implementación del proyecto, obra o actividad, considerando el escenario prospectivo y adicionalmente, señalar las dinámicas sociales que pueden llevar a profundizarlos o a tramitarlos. Se deben abordar al menos las siguientes propiedades de los conflictos:

- Objeto del conflicto en términos del ecosistema, servicio ecosistémico o paisaje comprometido.

- Localización de los lugares en los que ocurre y a los que trasciende el conflicto, haciendo explícitos los alcances y limitaciones de los criterios empleados para determinar en qué unidades de análisis territorial ocurren.

- Actores del conflicto. Deben identificarse los grupos de interés que participan del proceso de interacción y que son conscientes de su discrepancia frente al asunto u objeto del conflicto. Debe incluirse una descripción de estas interrelaciones y los valores que las motivan.

- Historia (inicio, desarrollo, resultado) y estado actual del conflicto, realizando una descripción de tales momentos.

- Causas y direccionadores del conflicto. Incluye causas directas como impactos, trade-offs entre servicios ecosistémicos[176], divergencias frente al acceso y distribución de beneficios de los ecosistemas, entre otros. También se refiere a causas subyacentes derivadas, por ejemplo, de macroconflictos[177] o toma de decisiones sobre la planificación del territorio.

- Tendencia del conflicto. Se debe determinar si el conflicto se mantiene activo o si permanece latente considerando su contexto.

Se debe determinar mediante la consulta a fuentes y entidades competentes, la ocurrencia de diferentes formas de violencia contra la vida y la integridad de las

[176] Situación en la cual se pierde una cualidad a cambio de otra (Nie, 2003). Los trade-off ocurren cuando la provisión de un servicio ecosistémico es reducida como consecuencia del incremento en el uso de otro (Rodríguez et al., 2006).
[177] Se refieren más que a procesos conflictivos específicos, al reconocimiento de posibles factores exógenos al ámbito local, que actúan como direccionadores de cambio, tensionantes o motivadores para la elección de alternativas de acción que tienen los distintos actores pertenecientes a dicho ámbito local (Olmos, 2014).

personas de los grupos de interés que pueden ser exacerbadas por el proyecto, obra o actividad, incluso, las que son generadas por actores armados.

Asimismo, se deben determinar las barreras que enfrentan los grupos de interés para comunicar sus inquietudes y aportes de información, en especial los asociados a los conflictos socioambientales existentes. Con este fin, entre otras actividades, se debe identificar si las entidades territoriales en las cuales se presentan tales conflictos tienen un riesgo medio, alto o extremo, para la labor de las personas, grupos, u organizaciones defensoras de derechos humanos en asuntos ambientales, de acuerdo con las alertas tempranas de la Defensoría del Pueblo, especialmente, la Alerta temprana 019 de 2023, y las que la actualicen.

4.3.2.8 Información sobre reasentamiento involuntario de población

Si como consecuencia del desarrollo del proyecto, obra o actividad se requieren procesos de reasentamiento involuntario de población[178], la caracterización de la población objeto de reasentamiento debe realizarse in situ mediante un censo o registro, así como mediante estudios de caracterización complementarios, que permitan determinar y conocer lo siguiente:

- Localización (georreferenciación) de los predios que serán afectados por el reasentamiento involuntario y las áreas susceptibles de afectación.

- Cantidad de población objeto de reasentamiento involuntario en cada unidad de análisis territorial.

- Características de la población a reasentar o reubicar a través de la recolección de información primaria (censos, registros, estudios de caracterización), teniendo en cuenta enfoques diferenciales para sujetos de especial protección constitucional.

- Tipo de unidades sociales (residente, productiva, mixta) y número de hogares por cada unidad social

- Características físicas de las viviendas y acceso a servicios públicos de las unidades sociales.

- Características de los hogares de cada unidad social.

[178] Para ello es necesario determinar las actividades, obras e infraestructuras del proyecto por las que se debe realizar el reasentamiento involuntario de población; dicha información debe estar desarrollada en el apartado de descripción del proyecto y las implicaciones ambientales de tales actividades, obras e infraestructuras, deben desarrollarse en el numeral de evaluación ambiental.

- Características socioeconómicas de las personas susceptibles de reasentamiento involuntario.
- Permanencia o tiempo vivido en los predios y en el área, y situaciones anteriores de desplazamiento, de ser el caso.
- Forma de tenencia de los inmuebles.
- Existencia de unidades sociales con factores de vulnerabilidad social, tales como discapacidad, enfermedades terminales, senectud (vejez), necesidades básicas insatisfechas, mujeres cabeza de hogar.
- Actividades económicas (industria, comercio, servicios, agricultura, ganadería, renta, entre otras) de las unidades sociales productivas o mixtas, realizando una descripción de éstas.
- Actividades económicas predominantes en el entorno e ingresos económicos promedio por unidad social.
- Cantidad de animales domésticos que deben ser reubicados.
- Grado de dependencia frente a los recursos naturales dispuestos en los predios o en la zona.
- Características generales de las unidades sociales e infraestructura comunitaria asociada susceptible de afectación, daño o reubicación.
- Existencia de organizaciones sociales en la zona en la que están ubicadas las unidades sociales a reasentar y niveles de participación de la población.
- Programas o servicios sociales de los que la unidad social y sus integrantes son beneficiarios, señalando si el reasentamiento involuntario puede afectar la vinculación a los mismos.
- Patrimonio cultural inmaterial, señalando prácticas sociales, culturales, tradiciones estéticas y modos de conocimiento perpetuados en el seno de la comunidad.
- Sitios sagrados, centros religiosos y lugares con importancia para la memoria histórica susceptibles de afectación, daño o desaparición.

- Estructura social, entendida como la forma que adopta el sistema de relaciones entre individuos de una sociedad o grupo, involucrando como mínimo el grado de cohesión entre los vecinos, grado de participación, existencia de redes sociales de apoyo de parentesco, vecindad, compadrazgo;

- Redes culturales presentes en el territorio que pueden alterarse por la ejecución del proyecto, obra o actividad.

- Características de la población que continuará residiendo en el lugar y de las redes socioeconómicas existentes entre las personas que se quedan y la población objeto de reasentamiento involuntario.

- Oferta de suelo y las áreas disponibles para el reasentamiento, según los usos del suelo establecidos en el POT, PBOT o EOT.

El resultado de la caracterización debe estar acompañado de registros fílmicos o fotográficos[179], encuestas, entre otros que permitan evidenciar las características generales de las unidades sociales que resulten afectadas por las actividades del proyecto, obra o actividad.

Tanto el diseño metodológico, como la ejecución del censo o registro de población susceptible de reasentamiento involuntario deben ser desarrollados por una persona jurídica de carácter público o privado con capacidad y experiencia en la materia, la cual debe estar debidamente acreditada en los anexos del estudio. Asimismo, la ejecución del censo o registro debe ser auditada por una firma independiente y hacerse públicos los resultados de dicha auditoría.

Los resultados del censo o registro de población a reasentar, junto con los estudios complementarios de caracterización son el insumo base para la formulación del programa de reasentamiento involuntario de población y deben construirse atendiendo a los lineamientos generales de participación.

4.4 ÁREAS DE ESPECIAL INTERÉS AMBIENTAL (AEIA)

Se deben representar cartográficamente en el mapa de ecosistemas, las AEIA públicas y privadas de los ámbitos nacional, regional y local señaladas en la *Tabla*

[179] El uso del registro fílmico y fotográfico o solo es permitido con la autorización previa y documentada de los asistentes, en cumplimiento de la Ley 1581 de 2012, conocida como la Ley de protección de datos.

Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA)[180], así como su zonificación de manejo (en caso de existir). Esta representación debe hacer evidente la ubicación y distancia de estos elementos con respecto al área por intervenir propuesta.

Para determinar y localizar las AEIA y su zonificación de manejo, se debe consultar cartografía reconocida por alguna entidad estatal del SINA, como por ejemplo, la incorporada en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA) y el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP); asimismo, es posible emplear planes de manejo de las áreas protegidas, herramientas de análisis de información ambiental en línea como el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y también, los portales Web de institutos de investigación adscritos y vinculados a Minambiente, y los de las autoridades ambientales regionales y de la Agencia Nacional de Tierras (ANT), entre otros.

4.5 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

En el marco del licenciamiento ambiental los Servicios Ecosistémicos (SSEE) deben entenderse como los beneficios que la humanidad recibe de la naturaleza, en especial de su diversidad biológica, de sus ecosistemas (inclusive del funcionamiento de los mismos), de sus procesos evolutivos, de la biosfera como conjunto, del patrimonio evolutivo que comparte la humanidad y de la diversidad biocultural (IPBES, s. f.); esta noción amplia de los SSEE propicia un marco de conocimiento integral del ambiente que es útil para el manejo de los impactos ambientales y la toma de decisiones de las autoridades ambientales.

Si bien las sociedades consideran valiosos a los SSEE por ser la base del mantenimiento de su calidad de vida y por ser parte de las relaciones que las culturas históricamente han establecido con su entorno, se debe reconocer que los ecosistemas y sus elementos constitutivos tienen un valor intrínseco que les es inherente e independiente de la experiencia humana, y que es reconocido en el ámbito internacional entre otras iniciativas, por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio y por la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES, por sus siglas en inglés).

El propósito fundamental de este numeral es caracterizar los SSEE del área de influencia que pueden ser impactados por el proyecto, obra o actividad, con el fin de brindar una imagen sintética del estado actual de las contribuciones que la naturaleza brinda a la sociedad. Para ello, se debe integrar de forma coherente la información de los elementos del ambiente que se han caracterizado de forma separada para cada

[180] Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/otras-herramientas-tecnicas/. Se debe señalar en el estudio ambiental la fecha en la cual se consultó esta tabla.

uno de los medios, componentes y factores ambientales, identificando, describiendo y evaluando las relaciones en las cuales exista una contribución de la naturaleza, ya sea reconocida o no por las comunidades.

Este numeral debe incluir además de la caracterización del estado actual de los SSEE, una estimación de su tendencia futura en el escenario sin proyecto, y una determinación de las comunidades y de la cantidad de beneficiarios que goza de tales SSEE, elementos que son indispensables para desarrollar otros apartados del estudio ambiental y que proveen criterios adicionales para que la autoridad ambiental se pronuncie sobre la viabilidad ambiental del proyecto, obra o actividad.

Son múltiples los numerales del estudio ambiental que se relacionan estrechamente con el capítulo de caracterización de SSEE. Conocer el estado actual de los SSEE constituye la base para la determinar la sensibilidad ambiental de tales SSEE y para estimar el grado con el que las actividades de un proyecto, obra o actividad, incluidas las asociadas al uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables, modifican sus condiciones de línea base e inciden, incluso, en los derechos humanos de la población. Es decir, este numeral constituye uno de los elementos a emplear para el desarrollo de la zonificación ambiental y la evaluación ambiental (numerales 5 y 7 de este capítulo, respectivamente).

Asimismo, la caracterización de los SSEE constituye el fundamento para el desarrollo de la Evaluación Económica Ambiental (EEA), herramienta que evalúa el cambio que ocurriría en el bienestar de la población dada la ejecución de un proyecto, obra o actividad y que toma como base de su análisis, los cambios que tal propuesta generaría en diferentes parámetros ambientales, SSEE o en otros elementos generadores de bienestar. La definición de indicadores es necesaria y fundamental tanto para la evaluación de los SSEE como para la EEA, pues es a partir de ellos, que se miden los cambios del sistema y se desarrolla tanto la caracterización de SSEE como la EEA.

El estado de línea base de los SSEE, la localización espacial de tales SSEE y de sus beneficiarios, así como la forma en que se impactarían dada la ejecución del proyecto, obra o actividad, brindan las pautas para la formulación integral de medidas que tengan la capacidad de manejar de forma eficaz los impactos ambientales, gracias a que la visión con la que se abordan los SSEE en los estudios ambientales, es implícitamente contextual e integradora.

Un propósito adicional de este numeral es consolidar información clave y sintética relacionada con los SSEE así ésta haya sido desarrollada y presentada en otros numerales del estudio ambiental (p. ej. en la evaluación ambiental); de esta forma, adicional a la información sobre el estado de los SSEE, sus beneficiarios y sus tendencias futuras en el escenario sin proyecto, en este aparte del estudio ambiental

se debe *mencionar* la relación entre los SSEE en los derechos humanos, los impactos ambientales sobre los SSEE y la calificación normalizada de los mismos. Estos datos deben incluirse en una tabla que tome como modelo la Tabla 28 del presente documento para sintetizar la información más importante respecto de los SSEE.

4.5.1 Procedimiento general para caracterizar los SSEE

Para caracterizar los SSEE es necesario desarrollar las siguientes actividades: i) definir unidades de análisis, ii) determinar y clasificar los SSEE y iii) evaluar y describir los SSEE[181]. Tales actividades permiten conocer el estado y dinámica de los SSEE, los beneficiarios de los SSEE y su grado de dependencia hacia éstos, así como prever la forma en el proyecto impacta los SSEE. En razón a que esta tarea implica un alto grado de complejidad, es fundamental adelantarla mediante un trabajo interdisciplinar en el que se complementen los enfoques y métodos propios de las ciencias naturales y de las ciencias sociales.

El desarrollo de estas actividades de caracterización debe partir de las *relaciones teóricas* que existen entre procesos ecosistémicos, funciones ecosistémicas, estructuras y SSEE, identificando para el caso de estudio, qué procesos permiten el desarrollo de qué funciones, qué funciones se vinculan a qué estructuras, y qué estructuras proveen cuáles SSEE[182].

La información empleada para caracterizar los SSEE debe provenir de la caracterización ambiental de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, así como

[181] Para determinar, clasificar, evaluar y describir los SE, así como para definir las unidades de análisis, es posible tomar como referencia los siguientes documentos, metodologías, herramientas y sistemas de indicadores sobre biodiversidad:

- Hacia una valoración incluyente y plural de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Rincón, A., Arias, P. & Clavijo, M. (Eds.). (2021).
- Mapping Ecosystem Services. Burkhard, B. & Maes, J. (Eds.). (2017).
- Ecoser: protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial. Laterra, Barral, Carmona y Nahuelhual (2015).
- Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos. Rincón-Ruíz, A., et al. (2014).
- Weaving ecosystem services into impact assessment. Landsberg, et al. (2013).
- Ciencias de la sostenibilidad: guía docente. Martín-López, González & Vilardy (Coord.) (2012).
- Methodologies for defining and assessing ecosystem. Haines-Young & Potschin (2009).
- Toolkit for Ecosystem Service Site-Based Assessment –TESSA: http://tessa.tools/.
- Common International Classification of Ecosystem Services: http://cices.eu/.
- Biodiversity Indicators Partnership (BIP): https://www.bipindicators.net/.

[182] Por ejemplo, la acumulación de nitrógeno en la materia orgánica (proceso) de las plantas (estructura), permite la remoción y retención de nutrientes (función) que, a su vez, permite la purificación del agua (servicio) (Haines-Young & Potschin, 2009).

de los aportes recabados en los espacios de participación con los grupos de interés del área de influencia.

4.5.1.1 Definición de las unidades de análisis

Se deben definir como unidades de análisis para la determinación, clasificación, evaluación y descripción de los servicios ecosistémicos, las mismas unidades de análisis utilizadas para delimitar el área de influencia del proyecto, obra o actividad. De esta forma, pueden emplearse tanto las unidades de análisis del medio biótico (ecosistemas o coberturas de la tierra, por ejemplo), como a las unidades de análisis definidas para la delimitación del área de influencia del medio abiótico (unidades geológicas, unidades cartográficas de suelos, entre otras) y del medio socioeconómico (como veredas, corregimientos, sectores de vereda y barrios).

Las unidades de análisis empleadas para la caracterización de los factores o componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, así como de los SSEE, deben tener un grado de detalle tal, que permita medir y constatar mediante indicadores los impactos que el proyecto, obra o actividad pueda ocasionar sobre los SSEE. Para la determinación de unidades de análisis, se debe tener en cuenta que los SSEE, las estructuras y los procesos ecosistémicos sólo se evidencian en determinadas escalas espaciales y temporales.

La unidad de análisis empleada para la evaluación de cada Servicio Ecosistémico (SE) debe ser consistente con su naturaleza y permitir su evaluación; es decir, debe haber una relación temática entre la unidad de análisis, las estructuras prestadoras del servicio ecosistémico y las funciones y procesos ecológicos que las sustentan para que sea posible evaluar el servicio ecosistémico y localizarlo espacialmente mediante la unidad de análisis seleccionada.

Dicha coherencia temática se refleja en la consistencia entre la unidad de análisis y la unidad de medida que se emplea para dar cuenta del SSEE y asegura que para cada unidad de análisis hayan mediciones lógicas del servicio ecosistémico; por ejemplo, si se está evaluando el servicio ecosistémico de provisión de agua y se establece a la cuenca hidrográfica como unidad de análisis, se debe evaluar el volumen de agua que provee cada cuenca por unidad de tiempo (m^3/s) o bien, el volumen de agua que provee cada unidad de área de cada cuenca por unidad de tiempo ($m^3/s/ha$).

4.5.1.2 Determinación y clasificación de los servicios ecosistémicos

A partir de las características de los elementos del ambiente (medios, componentes y factores), así como de las relaciones existentes entre ellos, se deben determinar los beneficios que provee la naturaleza a la sociedad que pueden ser impactados por el proyecto, obra o actividad. Para determinar los SSEE es necesario establecer de qué

manera los elementos de los medios abiótico y biótico, brindan beneficios al medio socioeconómico y qué relaciones culturales se han desarrollado desde el medio socioeconómico hacia los medios abiótico y biótico, incorporando al estudio únicamente aquellas relaciones que puedan ser alteradas por la ejecución del proyecto.

La información de caracterización de los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos y la que se recopile en los espacios de participación sobre los SSEE, debe ser integrada de forma coherente para evidenciar y caracterizar las interrelaciones que hacen posible que las sociedades se beneficien de los ecosistemas y a la vez, las relaciones que posibilitan que los ecosistemas sean modificados por las acciones humanas. Se debe tener en cuenta que además de la información particular sobre los medios, componentes y factores, resulta necesario obtener información primaria o secundaria específica sobre los SSEE con el propósito de afinar la determinación y descripción de éstos.

Tras determinar los SSEE que pueden ser impactados por el proyecto, obra o actividad, éstos deben ser clasificarlos en SSEE de soporte, regulación aprovisionamiento y culturales. En la Tabla 28 se relacionan algunos ejemplos que ilustran esta categorización de SSEE.

4.5.1.3 Evaluación del estado y descripción de los servicios ecosistémicos

Se debe evaluar el estado de los SSEE, tanto de los que poseen dimensiones biofísicas que son susceptibles de medición cuantitativa, como de los que sólo pueden expresarse mediante parámetros cualitativos. Esta evaluación debe basarse en la información primaria y secundaria que se haya recolectado para los elementos ambientales de forma individual, y para las relaciones que configuran los SSEE; a este último respecto, es importante obtener información sobre cómo los grupos de interés del área de influencia valoran los SSEE.

Para establecer el estado de los SSEE es necesario definir indicadores cuantitativos y cualitativos que permitan determinar y evaluar, en la evaluación ambiental del EIA, los impactos que el proyecto, obra o actividad puede producir sobre los servicios ecosistémicos, así como desarrollar el proceso de seguimiento ambiental durante la su ejecución.

Los indicadores seleccionados deben ser coherentes con los tipos de SSEE evaluados (aprovisionamiento, regulación, soporte y cultural) y con la temporalidad y espacialidad en las cuales éstos se evidencian; por lo tanto, es necesario ser conscientes de que los indicadores operan en ciertas escalas espaciales y temporales y que ello se debe reflejar en la unidad de medida de los indicadores cuantitativos. Así, los indicadores

deben comunicar eficientemente las características de los SSEE que se quieren medir y ser sensibles espacial y temporalmente a los impactos a los cuáles se asocian.

Una vez se definan los indicadores, y sus escalas y unidades de medida, se deben establecer los métodos para obtener e integrar la información necesaria para evaluarlos. Los métodos pueden recurrir tanto a mediciones directas (p. ej. caudal de agua (m^3/s), volumen de madera aprovechado (m^3/año), producción de alimentos (t/año), o grado de disfrute del paisaje), como a mediciones indirectas que pueden emplearse como proxy del indicador seleccionado (p. ej. datos de sensores remotos para evaluar la biomasa en bosques, la humedad del suelo o la calidad del agua en cuerpos de agua, así como la disponibilidad a pagar por la conservación de un área natural para dar cuenta de servicios como la provisión de agua potable).

Los métodos de medición de los indicadores también pueden recurrir al desarrollo de modelizaciones que simulen el comportamiento del servicio ecosistémico a partir de la información ecológica y socioeconómica de la zona, es decir, mediante múltiples mediciones cualitativas o cuantitativas, relaciones causales, interacciones teóricas entre elementos del ambiente, entre otros elementos. Importante tener en cuenta que los modelos son especialmente útiles para evaluar los SSEE de regulación y en general para casos en los que hay una gran complejidad.

Para el caso de la caracterización, descripción y evaluación de los indicadores cualitativos, es necesario señalar el marco de referencia que permite su análisis e interpretación, mencionando los supuestos, hechos históricos y demás condiciones socioculturales y ecológicas en los que se basan.

La evaluación de los SSEE se debe realizar desde una perspectiva geográfica. Así, para cada unidad de análisis, se debe establecer el valor cuantitativo o característica cualitativa que corresponda según el indicador seleccionado; es decir, la información que resulta de las mediciones directas o indirectas de indicadores sobre los SSEE debe asociarse a cada una de las unidades de análisis. Por ejemplo, si el servicio ecosistémico evaluado es la provisión de alimentos (t/año) y el tipo de unidad de análisis seleccionado es la cobertura de la tierra, cada polígono que represente las coberturas de la tierra debe tener asociado un valor de producción de alimentos en toneladas por año.

Asimismo, dado que los SSEE sólo existen en la medida en que haya una sociedad que se beneficie de los ecosistemas, se debe emplear la localización geográfica de las unidades de análisis (que representa la ubicación de las estructuras prestadoras de SSEE), para determinar cuáles son las relaciones entre ecosistemas y poblaciones

que permiten la existencia de los SSEE, cuáles son los tipos[183] y cantidad de beneficiarios, cuál es su dependencia de los SSEE y cómo varían los beneficios en el espacio, entre otras características.

A partir de estos procedimientos, los SSEE deben ser descritos señalando en qué consisten, cómo son las interacciones entre los elementos del ambiente involucrados, dónde ocurren, qué extensión tienen las áreas que los proveen, qué situaciones influyen en ellos, qué aspectos tienen la capacidad de inducirles cambios, entre otras.

4.5.2 Lineamientos generales para la caracterización de los SSEE asociados al suelo

A continuación, se señalan algunos lineamientos para caracterizar los SSEE asociados a los suelos. En razón a que estos lineamientos no son exhaustivos, a que no abarcan la totalidad de los SSEE asociados al suelo, ni tampoco los SSEE relacionados con otros elementos del ambiente como la biodiversidad o la hidrología, es necesario emplear información (cuantitativa o cualitativa), indicadores, modelos y métodos adicionales que permitan evaluar los SSEE que puedan ser impactados.

La caracterización de los SSEE que se asocian a los suelos debe partir de las consideraciones de la Política para la gestión sostenible del suelo, de la información consignada en la caracterización ambiental sobre las propiedades morfológicas, físicas, químicas y biológicas de los suelos (que evidencian entre otras cosas, su estado de degradación) y de la información sobre otros elementos del ambiente que, en comunión con los suelos, generan procesos, funciones y estructuras que proveen los SSEE. La Tabla 26 señala de forma ilustrativa algunas de las relaciones que existen entre las propiedades del suelo y los servicios ecosistémicos.

Para estimar el servicio de regulación hídrica de los suelos, se debe emplear la fórmula para el cálculo del almacenamiento y retención de humedad en el suelo, la cual está en función de los puntos de retención de humedad a saturación, capacidad de campo y marchitez permanente, de la profundidad efectiva del suelo y de las densidades de cada horizonte.

Tabla 26. Parámetros de caracterización del suelo y sus servicios ecosistémicos relacionados.

[183] Puede referirse a cualquier clasificación útil para la evaluación de los SSEE, por ejemplo, a partir de la actividad económica principal (p. ej. población que depende económicamente de la producción agropecuaria, de la transformación industrial o agroindustrial, de la prestación de servicios), del lugar de residencia (p. ej. población rural o población urbana), de la etnicidad (p. ej. población indígena, población afrodescendiente, población sin autorreconocimiento étnico).

Parámetro	Servicio ecosistémico relacionado
– Textura (porcentaje de arena, limo y arcilla). – Conductividad hidráulica. – Retención de humedad. – Velocidad de infiltración in situ. – Conductividad hidráulica in situ. – Densidad real. – Densidad aparente.	– Suministro y filtración de agua por los suelos en zonas de recarga de acuíferos. – Regulación del ciclo hidrológico, evitando o minimizando eventos extremos, almacenando aguas lluvias y distribuyendo aguas cuenca abajo incluso en épocas sin lluvias. – Filtración de aguas lluvias. – Mejoramiento de la calidad del aire y la calidad de las aguas subterráneas y superficiales.
– Contenido de carbono orgánico. – Capacidad de intercambio catiónico. – Cantidad de microorganismos del ciclo del nitrógeno (nitrificantes).	– Regulación del clima global y regional. – Captura de CO_2. – Purificación del aire. – Reciclaje de nutrientes. – Producción de alimentos, fibras, medicinas bioenergía.
– Estabilidad estructural. – Porosidad. – Resistencia a la penetración.	– Soporte de la estructura socioeconómica (industria, infraestructura, recreación y estética). – Soporte y mantenimiento de la biodiversidad. – Valor cultural, conservación del patrimonio histórico (conservación arqueológica, paleontológica, rasgos de la historia humana y del planeta).
– Cantidad de hongos y bacterias. – Cantidad de actinomicetos. – Cantidad de microorganismos solubilizadores de fosfato. – Cantidad de microorganismos celulolíticos aerobios.	– Reserva de genes base de la biodiversidad. – Hábitat fauna y flora. – Conservación de la biodiversidad.

Ya que el suelo juega un papel fundamental en la captura y reserva de carbono orgánico, las estimaciones del servicio de regulación climática relacionadas con gases efecto invernadero, en particular de carbono, deben incorporar el contenido de carbono orgánico en los diferentes horizontes del suelo (de acuerdo con la metodología del IPCC, hasta 50 centímetros de profundidad) y la densidad aparente.

Para el servicio de regulación de sedimentos o control de erosión, es posible emplear la metodología de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE, por sus siglas en inglés), donde la erodabilidad de los suelos (factor K de la ecuación) se calcula por medio de sus diferentes características de textura, materia orgánica, estructura e infiltración.

4.5.3 Información de los SSEE a presentar

A partir de la caracterización de los SSEE es necesario presentar la siguiente información:

- Estado de los SSEE. Para ello, se deben definir y medir indicadores (cuantitativos y cualitativos) y, de acuerdo con los resultados de tal medición, se debe clasificar el estado de los SSEE en las categorías Bueno, Regular o Malo según su disponibilidad (suficiencia) y permanencia (continuidad/estabilidad) de acuerdo con las siguientes consideraciones:

  - Bueno: el valor del indicador es óptimo ya que el servicio ecosistémico está disponible permanente para todos los beneficiarios.

  - Regular: el valor del indicador es aceptable ya que el servicio ecosistémico está disponible de manera permanente pero no para todos los beneficiarios o, está disponible para todos los beneficiarios, pero no es permanente.

  - Malo: el valor del indicador es deficiente ya que el servicio ecosistémico no está disponible para todos los beneficiarios y no es permanente.

- Cantidad de beneficiarios directos de los SSEE.

- Tipo de beneficiarios directos de los SSEE empleando las categorías que resulten de la aplicación del enfoque diferencial (p. ej. pueblos étnicos, mujeres rurales, personas con discapacidad, sujetos de especial protección constitucional).

- Dependencia estimada de los tipos de beneficiarios a los SSEE y clasificación de dicha dependencia en categorías (alta, media o baja), de acuerdo con las siguientes consideraciones:

  - Dependencia alta: los medios de subsistencia de la comunidad dependen directamente del servicio ecosistémico.

  - Dependencia media: la comunidad se beneficia del servicio ecosistémico, pero su subsistencia no depende directamente del mismo.

  - Dependencia baja: la comunidad se beneficia del servicio ecosistémico, pero su subsistencia no depende directa ni indirectamente del mismo; existen múltiples alternativas para el aprovechamiento del servicio ecosistémico.

- Dinámica de los SSEE:

  - Estimación cuantitativa o cualitativa de la tendencia del estado de los SSEE de acuerdo con la forma en que se prevea evolucionen en el escenario sin

proyecto, teniendo en cuenta parámetros relacionados con ellos, así como las tendencias de desarrollo identificadas, cambio climático, entre otras variables. Dicha estimación puede categorizarse de la siguiente forma para señalar la evolución prevista en los SSEE:

- Tendencia creciente: la proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es ascendente.

- Tendencia estable: la proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico se mantiene en la magnitud registrada actualmente.

- Tendencia decreciente: la proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es descendente.

- Derechos humanos con los que los SSEE tienen los vínculos más fuertes y directos. Teniendo en cuenta que los derechos humanos son interdependientes entre sí, que no hay derechos que sean más importantes que otros y que los proyectos generan impactos sobre los servicios ecosistémicos que sustentan el derecho a gozar de un ambiente sano y que, por tanto, afectan los derechos conexos, es necesario establecer para cada servicio ecosistémico, cuál es el derecho humano con el que existe el vínculo más fuerte y directo.

  Para determinar el derecho humano interdependiente (Tabla 27) que tiene el vínculo más fuerte y directo con cada servicio ecosistémico identificado, se debe aplicar el siguiente procedimiento:

  - Determinar de forma teórica las relaciones que existen entre el servicio ecosistémico objeto de análisis y los derechos humanos; para ello puede resultar útil establecer qué derechos humanos se afectan dada la manifestación de un impacto sobre el servicio ecosistémico.

  - Determinar de forma teórica las relaciones de interdependencia entre los derechos humanos afectados (identificados en el punto anterior).

  - Determinar cuál es el derecho humano que tiene la relación más directa con el servicio ecosistémico dadas las relaciones evidenciadas en los puntos anteriores (relación servicios ecosistémicos - derechos humanos y; relación derechos humanos - derechos humanos).

  - Determinar, dadas las relaciones teóricas entre el servicio ecosistémico y los derechos humanos (identificadas en el punto anterior) y las

características del área de influencia, cuál es el derecho humano con el vínculo más fuerte y directo con el servicio ecosistémico objeto de análisis. Para ello, los resultados obtenidos mediante el desarrollo de los puntos previos deben ser complementados con el análisis, como mínimo, de las siguientes variables:

- Estado del servicio ecosistémico (Bueno, Regular y Malo).
- Dependencia estimada de las comunidades al servicio ecosistémico (Alta, Media y Baja).
- Cantidad de beneficiarios directos del servicio ecosistémico.
- Tipo de beneficiarios directos del servicio ecosistémico.
- Condición socioeconómica de los beneficiarios directos del servicio ecosistémico.

  La información sobre estas variables debe tomarse de la caracterización ambiental, por ejemplo, la del medio socioeconómico referida a estudios sociales y derechos humanos, a indicadores socioeconómicos, a entrevistas comunitarias y diagnósticos participativos y a informes de entidades nacionales e internacionales, organizaciones sociales y cualquier fuente relevante.

En la tabla que se presente la información a la autoridad ambiental debe referenciarse, para cada servicio ecosistémico, el derecho humano con el vínculo más fuerte y directo. Los resultados no se deben desagregar por tipo de beneficiario, dependencia al servicio ecosistémico, ni mencionar varios derechos humanos relacionados.

Tabla 27. Derechos interdependientes al derecho a gozar de un ambiente sano

Derecho asociado	Definición
1. Mínimo Vital	Es el derecho fundamental de toda persona a contar con los recursos básicos indispensables para llevar una vida digna, garantizando condiciones mínimas de subsistencia.
2. Alimentación	Derecho fundamental que garantiza el acceso físico y económico a una alimentación adecuada y suficiente, tanto en calidad como en cantidad, para llevar una vida saludable y activa.

Derecho asociado	Definición
3. Salud	Derecho fundamental a gozar del más nivel más alto posible de salud física y mental.
4. Cultura	Consiste en el derecho a participar de la vida cultural colectiva, el acceso a bienes culturales materiales e inmateriales, y la libertad de desarrollar y practicar expresiones culturales propias.
5. Tranquilidad	Es el Derecho que protege a las personas frente a perturbaciones que afecten su bienestar físico, emocional o mental, especialmente en su entorno domiciliario y social.
6. Agua	Derecho fundamental que garantiza el acceso a agua suficiente, salubre, aceptable y accesible para el uso personal y doméstico.
7. Vivienda	Derecho a acceder a una vivienda digna, adecuada, segura, con servicios públicos básicos y en condiciones de habitabilidad
8. Integridad personal	Derecho que protege a toda persona contra cualquier afectación psicológica, tratos crueles, inhumanos o degradantes.

Fuente: elaborada con base en la Opinión Consultiva 23 de 2017 de la Corte Interamericana de Derechos Humanos y en sentencias de la Corte Constitucional.

- Impacto que el proyecto, obra o actividad tendría sobre los SSEE, así como su categoría de calificación, de acuerdo con los resultados referidos a los SSEE del numeral de evaluación ambiental.

La información obtenida y analizada respecto de los SSEE debe sintetizarse en una matriz que emplee las columnas definidas en la Tabla 28 de este documento, a fin de facilitar el proceso de evaluación que efectúan las autoridades ambientales y de servir como insumo de otros capítulos, como la evaluación económica ambiental y la formulación de planes y programas. Los ejemplos consignados en la Tabla 28 de este documento son sólo de referencia, y siempre se debe evaluar su pertinencia y aplicabilidad, de acuerdo con las particularidades de cada caso.

Se debe presentar la información requerida en la Tabla 28 para las unidades de análisis que corresponden a cada servicio ecosistémico según la estructura definida por la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya. Finalmente, se deben representar en un mapa sobre SSEE, variables como la distribución espacial de los SSEE, las áreas que los proveen, así como las zonas en las que se ubican sus beneficiarios.

Tabla 28. Evaluación del estado y tendencia de los servicios ecosistémicos (SSEE)

Tipo de SE	Categoría del SE[1]	Descripción de la categoría del SE	Unidad de medida[2]	Unidad de análisis / Unidad de análisis territorial[3]	Estado actual del SE (valor del indicador)	Clasificación del estado del SE (Bueno, Regular, Malo)	Tendencia futura del SE en el escenario sin proyecto[4]	Cantidad de beneficiarios del SE (número de personas) [5]	Tipo de beneficiarios del SE	Dependencia de los beneficiarios al SE (Alta, Media, Baja)	Derecho humano con vínculo más fuerte y directo[6]	Impacto del proyecto asociado al SE[5]	Categoría normalizada de calificación del impacto al SE[7]
Aprovisionamiento	Provisión de agua	Contribución del ecosistema al aporte del recurso hídrico superficial y/o subterráneo necesario para el consumo humano y el desarrollo de sus actividades socioeconómicas, conforme a sus requerimientos particulares de calidad.	Caudal de agua por unidad de área ($m^3/s/ha$)	Microcuenca	0,02 $m^3/s/ha$	Regular	Decreciente	241	Campesino Indígena Negro, afrocolombiano, raizal y palenquero	Campesino: Media Indígena: Alta Negra, afrocolombiana, raizal y palenquera: Alta	Agua	Disminución del caudal de agua	Medio
	Provisión de alimentos	Contribución del ecosistema a la provisión de alimentos en sistemas naturales (bosques, sabanas, lagunas, ciénagas, océanos, entre otros) y a la producción de alimentos en sistemas transformados (agropecuarios y acuícolas).	Cantidad o volumen de provisión y/o producción por unidad de área y tiempo (t/ha/año; $m^3/ha/año$)										
	Provisión de materias primas	Contribución del ecosistema a la provisión y producción, en sistemas naturales y transformados, de maderas, fibras, resinas, medicinas, productos no maderables, entre otros.	Cantidad o volumen de provisión y/o producción por unidad de área y tiempo (t/ha/año; $m^3/ha/año$)										

Tipo de SE	Categoría del SE[1]	Descripción de la categoría del SE	Unidad de medida[2]	Unidad de análisis / Unidad de análisis territorial[3]	Estado actual del SE (valor del indicador)	Clasificación del estado del SE (Bueno, Regular, Malo)	Tendencia futura del SE en el escenario sin proyecto[4]	Cantidad de beneficiarios del SE (número de personas) [5]	Tipo de beneficiarios del SE	Dependencia de los beneficiarios al SE (Alta, Media, Baja)	Derecho humano con vínculo más fuerte y directo[6]	Impacto del proyecto asociado al SE[5]	Categoría normalizada de calificación del impacto al SE[7]
Regulación	Regulación de la calidad del aire	Contribución del ecosistema para modificar la dispersión de contaminantes atmosféricos, y evitar efectos adversos en receptores sensibles por el deterioro de la calidad del aire.	Cantidad de contaminantes criterio por unidad de volumen en un periodo determinado ($\mu g/m^3$)										
	Regulación de fenómenos naturales extremos	Contribución del ecosistema a la protección y adaptación a fluctuaciones de fenómenos naturales (inundaciones, vendavales, erosión costera, entre otros).	Área protegida y/o regulada por el ecosistema (ha)										
	Regulación del clima	Contribución del ecosistema a la captura y almacenamiento de carbono.	Masa de carbono por unidad de área (t C/ha)										
	Regulación de nutrientes	Contribución del ecosistema al almacenamiento y aporte de nutrientes en el suelo	Cantidad o flujo de nutrientes por unidad de área (cantidad de nutriente/ha)										

Tipo de SE	Categoría del SE[1]	Descripción de la categoría del SE	Unidad de medida[2]	Unidad de análisis / Unidad de análisis territorial[3]	Estado actual del SE (valor del indicador)	Clasificación del estado del SE (Bueno, Regular, Malo)	Tendencia futura del SE en el escenario sin proyecto[4]	Cantidad de beneficiarios del SE (número de personas) [5]	Tipo de beneficiarios del SE	Dependencia de los beneficiarios al SE (Alta, Media, Baja)	Derecho humano con vínculo más fuerte y directo[6]	Impacto del proyecto asociado al SE[5]	Categoría normalizada de calificación del impacto al SE[7]
	Regulación oferta hídrica	Contribución del ecosistema al flujo base (agua subterránea) y a la escorrentía superficial.	Caudal de agua de flujo base por unidad de área (caudal de escorrentía superficial por unidad de área) ($m^3/s/ha$)										
	Regulación calidad hídrica	Capacidad del sistema para asimilar una carga de contaminantes en aguas superficiales y/o subterráneas	Cantidad o concentración de contaminantes por unidad de volumen en época seca y de lluvias. (cantidad del contaminante / m^3)										

Tipo de SE	Categoría del SE[1]	Descripción de la categoría del SE	Unidad de medida[2]	Unidad de análisis / Unidad de análisis territorial[3]	Estado actual del SE (valor del indicador)	Clasificación del estado del SE (Bueno, Regular, Malo)	Tendencia futura del SE en el escenario sin proyecto[4]	Cantidad de beneficiarios del SE (número de personas) [5]	Tipo de beneficiarios del SE	Dependencia de los beneficiarios al SE (Alta, Media, Baja)	Derecho humano con vínculo más fuerte y directo[6]	Impacto del proyecto asociado al SE[5]	Categoría normalizada de calificación del impacto al SE[7]
Soporte	Polinización	Proceso que se da en el ecosistema para transferir polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores por medio de polinizadores naturales[184].	Abundancia de potenciales polinizadores por especie y unidad de área (cantidad/especie/ ha)										
	Calidad de hábitat	Capacidad del ecosistema para proveer el hábitat necesario para el desarrollo natural de la biodiversidad	(Área potencial de hábitat/área intervenida) (factor de compensación)										
Culturales	Recreación y turismo	Contribución del ecosistema de proveer lugares y/o sitios para el desarrollo de actividades de recreación y turismo que contribuyen con el bienestar de la sociedad	Cantidad de beneficiarios residentes en el área de Influencia y/o número de beneficiarios no residentes en el área de influencia por unidad de tiempo (No. /mes, año)										

[184] La Iniciativa colombiana de polinizadores, publicada en 2018 por Minambiente, CAR e Instituto Humboldt, brinda elementos conceptuales y de contexto general que pueden emplearse para la caracterización de este SE, en caso de aplicar.

Tipo de SE	Categoría del SE[1]	Descripción de la categoría del SE	Unidad de medida[2]	Unidad de análisis / Unidad de análisis territorial[3]	Estado actual del SE (valor del indicador)	Clasificación del estado del SE (Bueno, Regular, Malo)	Tendencia futura del SE en el escenario sin proyecto[4]	Cantidad de beneficiarios del SE (número de personas) [5]	Tipo de beneficiarios del SE	Dependencia de los beneficiarios al SE (Alta, Media, Baja)	Derecho humano con vínculo más fuerte y directo[6]	Impacto del proyecto asociado al SE[5]	Categoría normalizada de calificación del impacto al SE[7]
	Calidad escénica	Contribución del ecosistema en entornos naturales que generan bienestar en la sociedad por la percepción de la calidad escénica.	Área afectada en la calidad escénica (ha)										
	Espirituales y religiosos	Contribución de la naturaleza a proveer espacios o recursos para el sistema de creencias espirituales y/o religiosas.	Cantidad de personas asociada a prácticas religiosas o espirituales en los espacios afectados (No.) Localización geográfica del área dedicada a las prácticas religiosas o espirituales afectadas										

[1] Esta tabla establece en sus columnas la información que debe presentarse en los EIA. Adicionalmente, ilustra sobre las categorías de SSEE e incluye como ejemplo, los datos para un servicio ecosistémico (textos grises); este contenido debe ser ajustado incluyendo o retirando categorías y presentando los datos específicos para cada servicio ecosistémico de acuerdo con las condiciones particulares de cada caso.

[2] La unidad de medida debe corresponder en lo posible a indicadores cuantitativos, pero puede referirse también a indicadores cualitativos cuando un servicio ecosistémico es inconmensurable o representa valores superiores. Se debe argumentar científica y técnicamente la decisión de utilizar indicadores cualitativos o de definir unidades de medida diferentes a las sugeridas en esta tabla.

[3] Señala la unidad de análisis o la unidad de análisis territorial en la cual se evalúa cada servicio ecosistémico; por ejemplo, ecosistema, cobertura de la tierra, cuenca hidrográfica, unidad de paisaje, unidad cartográfica de suelos o vereda.

[4] Estimación cuantitativa o cualitativa de la forma en que se prevé cambiarán los SSEE en el escenario sin proyecto.

[5] La cuantificación de los beneficiarios del servicio ecosistémico debe realizarse a partir de la caracterización de la línea base del medio socioeconómico.

[6] Señala únicamente el derecho humano con el cual el servicio ecosistémico analizado tiene la relación más fuerte y directa.

[7] Debe corresponder a un impacto y a su categoría normalizada de calificación, de acuerdo con los resultados de la evaluación ambiental (capítulo 7).

4.6 PAISAJE

La caracterización del paisaje parte del análisis de tres elementos principales, a saber: i) fisiografía o geomorfología, ii) coberturas de la tierra asociadas a cada ecosistema (lo cual incluye a los ecosistemas estratégicos terrestres, marinos y marino costeros) y, iii) percepción visual del paisaje. Por tanto, la caracterización del paisaje obedece a la integración de los factores o componentes que se le asocian de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

La caracterización de los elementos principales del paisaje debe describir lo siguiente:

- Condiciones fisiográficas o geomorfológicas.
  - Delimitar, describir y representar cartográficamente los elementos físicos del paisaje, considerando la información presentada en el numeral 4.1 del capítulo III.
- Coberturas de la tierra asociadas a ecosistemas terrestres, marinos y marino costeros.
  - Describir los elementos de las coberturas que caracterizan el paisaje predominante a partir de la delimitación, representación cartográfica y demás características que fueron identificadas siguiendo los lineamientos sobre coberturas de la tierra señalados en el numeral 4.2.1 de este capítulo.

A partir de estas dos características se deben definir las unidades de paisaje local a la escala establecida en los términos de referencia (o a una más detallada si el análisis lo requiere), empleando métodos de delimitación aceptados internacionalmente, así como imágenes de satélite, de radar o fotografías aéreas, entre otras fuentes de información. Se deben describir las características biofísicas de cada unidad de paisaje y señalar su porcentaje de ocupación con respecto a la superficie total del área que configura el paisaje.

Teniendo en cuenta los insumos mencionados anteriormente, se deben realizar los siguientes análisis:

- Valoración de la calidad visual del paisaje[185], contemplando como mínimo los elementos que se mencionan a continuación:
  - Agua: presencia o ausencia de cuerpos de agua.
  - Vegetación: variedad de tipos de vegetación, texturas y contrastes.

[185] Corresponde a la importancia que puede tener un paisaje respecto a la percepción humana del valor estético asociado a características intrínsecas.

- Grado de intervención: intensidad de las modificaciones que ha tenido el paisaje por actividades antrópicas.

- Relieve: variedad de los rasgos geomorfológicos en función del tipo de forma y la pendiente.

A partir de esta valoración se debe establecer la calidad visual de las unidades paisajísticas empleando las categorías “baja”, “media” y “alta”.

- Valoración de la fragilidad visual del paisaje[186], contemplando como mínimo las siguientes características:

  - Cobertura vegetal: características de la vegetación en términos de diversidad, estructura o composición.

  - Pendiente: grado de inclinación del terreno.

  - Contraste: diferencias notables entre colores y matices.

  A partir de esta valoración se debe establecer la fragilidad visual de las unidades paisajísticas empleando las categorías “baja”, “media” y “alta”.

Para proyectos localizados en áreas declaradas como paisajes culturales (p. ej. el Paisaje cultural cafetero colombiano), la valoración de la calidad y de la fragilidad visual del paisaje debe considerar, además de las variables biofísicas, la presencia e integridad de sus atributos y valores (históricos, estéticos, simbólicos y productivos). Se pueden emplear como referencia técnica los instrumentos de gestión oficiales o guías técnicas expedidas por la autoridad competente (p. ej. la *Guía de parámetros técnicos para orientar las intervenciones en el Paisaje cultural cafetero colombiano* de Ministerio de las Culturas, las Artes y Los Saberes).

- Valoración de integridad escénica del paisaje[187] a partir de la identificación de elementos discordantes en términos de:

  - La cantidad de elementos discordantes.

  - La valoración del tamaño de la discordancia.

[186] Corresponde a la evaluación de la capacidad de resiliencia del paisaje frente a una intervención.
[187] Propiedad que indica qué tan intacto en términos visuales se encuentra un paisaje. Se establece a partir de la identificación de las alteraciones existentes y de la evaluación de los elementos discordantes.

- El análisis de correspondencia cromática.

A partir de esta valoración se debe establecer la integridad escénica de las unidades paisajísticas empleando las categorías “muy baja”, “baja”, “moderada”, “alta” y “muy alta”.

- Evaluación de la percepción visual del paisaje a partir de lo siguiente:

  - Análisis de visibilidad teniendo en cuenta diferentes puntos de observación, identificando las escalas visuales o planos[188] en los cuales es visible cada unidad de paisaje. Definir qué puntos emplear a partir de la concentración demográfica, la accesibilidad y el flujo de personas, priorizando aquellos cercanos a centros poblados o que tengan interés paisajístico para los habitantes de la zona u otros actores relevantes.

    El análisis de visibilidad se desarrolla mediante la formulación de modelos que consideren como mínimo la localización de puntos de observación, el relieve y la cobertura de la tierra. Presentar la ubicación geográfica de estos puntos de observación y los insumos de entrada del modelo.

  - Determinación de sitios de interés paisajístico mediante información primaria o secundaria, los cuales pueden corresponder tanto a puntos como a áreas o a segmentos del terreno. Para proyectos ubicados en zonas costeras, se deben tener en cuenta aquellos sitios de interés turístico localizados en áreas terrestres y en áreas marinas. Presentar la ubicación geográfica de estos puntos.

  - Determinación de la percepción del valor paisajístico que tienen los grupos de interés y de la relación de éste con su cultura e identidad local y regional, donde se establezca la importancia de los elementos del paisaje considerando, entre otros, los atributos y valores inmateriales y los cambios percibidos en el tiempo. Para ello, se debe analizar la información primaria relativa al paisaje y a los factores y componentes que se le asocian que fue recabada en los espacios de participación con los grupos de interés mediante cartografía social, reuniones, entrevistas, encuestas, entre otras herramientas.

Una vez realizados los análisis de calidad visual, fragilidad visual, integridad escénica y percepción visual del paisaje[189], se debe zonificar el área que configura el paisaje de acuerdo con el grado de sensibilidad que tiene cada unidad de paisaje a las

[188] Ver por ejemplo Morláns (2005) y USDA (1995). Tener en cuenta que los rangos de distancia deben ser establecidos de acuerdo con las características y naturaleza del proyecto, específicamente, con la magnitud espacial de las obras e infraestructuras propuestas.
[189] Ver por ejemplo BLM (1986), Muñoz (2012), Solari & Cazorla (2009) y Morláns (2005).

intervenciones del proyecto, insumo que debe ser tenido en cuenta en la zonificación ambiental.

5. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL[190]

La zonificación ambiental es el proceso de sectorización del área de influencia en áreas homogéneas de acuerdo con la sensibilidad ambiental de los factores o componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Es un proceso que sintetiza, en términos de sensibilidad ambiental, la información de la caracterización ambiental de línea base a partir de las propiedades de los factores ambientales y de la normativa ambiental vigente[191].

La sensibilidad del área de influencia del proyecto resulta de la integración geográfica de la sensibilidad ambiental de los factores o componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico; en este sentido, cada unidad de análisis de cada factor o componente debe ser zonificado de forma independiente de acuerdo con su sensibilidad ambiental. Para que el área de influencia de cada factor o componente pueda representarse cartográficamente en términos de sensibilidad ambiental, es necesario clasificar cada unidad de análisis en una de las siguientes categorías de sensibilidad: muy alta, alta, media, baja y muy baja.

Luego de sintetizar la información de línea base en función de la susceptibilidad intrínseca de las unidades de análisis de los factores del ambiente y de expresarla en términos de sensibilidad ambiental (muy alta, alta, media, baja, muy baja), se debe establecer un método para integrar tal información en el área de influencia de los factores, de los componentes, de los medios y del proyecto.

Es importante tener en cuenta que el proceso de zonificación ambiental se vale de la *sensibilidad* para efectuar el proceso de integración geográfica, es decir, establece zonas homogéneas de un elemento adimensional (sensibilidad) que puede conjugarse geográficamente.

Cuando el procedimiento de zonificación de un factor o componente (p. ej. geotecnia) resulte del procesamiento de información sobre la sensibilidad ambiental de otros factores o componentes (p. ej. geológico, geomorfológico, sismicidad), la agregación para establecer la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto debe emplear solamente la zonificación del factor o componente resultado (p. ej. geotecnia) y descartar la sensibilidad

[190] La zonificación ambiental, además de ser uno de los insumos para formular la zonificación de manejo ambiental del proyecto, obra o actividad, permite que el diseño y ejecución de éste, contemple y sea coherente con el grado de sensibilidad ambiental del entorno en el que se prevé su ejecución.
[191] En algunos casos, la sensibilidad ambiental también está definida por las restricciones impuestas en las figuras de protección ambiental adoptadas mediante la reglamentación expedida por la autoridad ambiental competente.

de los factores o componentes en los que se basó el procedimiento (p. ej. geológico, geomorfológico, sismicidad), con el fin de evitar la doble contabilización.

Si los factores o componentes en los que se basó el procedimiento (p. ej. geológico, geomorfológico, sismicidad) tienen un área de influencia diferente al área de influencia del factor o componente resultado (p. ej. geotecnia), la agregación final para establecer la zonificación del área de influencia del proyecto debe incluir, adicionalmente a la sensibilidad del factor o componente resultado (p. ej. geotecnia), la sensibilidad ambiental de los factores o componentes base (p. ej. geológico, geomorfológico, sismicidad) para las áreas que no comparten con el factor o componente resultado.

La determinación de la sensibilidad ambiental para proyectos, obras o actividades de larga duración debe considerar los escenarios prospectivos de cambio que se desarrollen en el marco del Plan de gestión de cambio climático (numeral 10.7.3.1 de este capítulo), por ejemplo, los basados en variables como precipitación y temperatura para los componentes hidrológico e hidrogeológico y para el medio biótico. Este análisis complementario es indispensable pues brinda información sobre cómo se altera la clasificación de sensibilidad ambiental (muy alta, alta, media, baja, muy baja) en el tiempo.

Se debe describir tanto el método para establecer la sensibilidad de los factores o componentes ambientales, como el método de procesamiento de información espacial empleado para integrar tales susceptibilidades en los mapas de zonificación ambiental del área de influencia los medios abiótico, biótico y socioeconómico (uno para cada medio) y de zonificación ambiental del área de influencia del proyecto, obra o actividad, los cuales deben ser presentados a la autoridad ambiental.

La descripción detallada del método utilizado para desarrollar la zonificación ambiental debe indicar lo siguiente:

- Las unidades de análisis de los factores o componentes que se emplearon para la zonificación ambiental de cada medio.

- Los criterios utilizados para valorar cuantitativa o cualitativamente la sensibilidad ambiental de las unidades de análisis de cada factor o componente, teniendo en cuenta los valores de los parámetros, indicadores o índices[192] que describen sus factores ambientales constitutivos.

- El método de procesamiento de información geográfica, señalando los cálculos, funciones, ponderaciones y demás procedimientos empleados para establecer la

[192] Los parámetros, indicadores o índices se refieren a los factores ambientales y, por tanto, pueden reflejar los aportes que resulten de los procesos de información y participación con los grupos de interés del área de influencia.

sensibilidad de las unidades de análisis de los factores o componentes, así como para agrupar y obtener áreas homogéneas con diferentes categorías de sensibilidad ambiental para el área de influencia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico y para el área de influencia del proyecto, obra o actividad.

- Las restricciones impuestas por las figuras de protección ambiental adoptadas mediante la reglamentación expedida por la autoridad competente que se tuvieron en cuenta para establecer la zonificación ambiental.

La zonificación ambiental del área de influencia de cada medio y del área de influencia del proyecto, obra o actividad debe cartografiarse a la escala que establezcan los términos de referencia, o a una más detallada de acuerdo con la sensibilidad ambiental del factor o componente analizado; esta información geográfica debe presentarse en la estructura definida por la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya.

Asimismo, se debe realizar un análisis de los resultados obtenidos de la zonificación ambiental, señalando para el área de influencia de cada medio y para el área de influencia del proyecto, obra o actividad (zonificación ambiental final), la extensión en hectáreas de cada categoría de sensibilidad ambiental y su participación porcentual con relación a la superficie total del área de influencia a la cual corresponde.

A continuación, se señala un listado de áreas cuyas características o restricciones legales pueden conferirles una fuerte sensibilidad. Las características ambientales y restricciones legales de estas áreas deben ser estudiadas en profundidad para establecer su sensibilidad ambiental y, a partir de ello, y de la localización geográfica de tales áreas, estructurar la zonificación ambiental:

- Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA).

- Áreas con reglamentación especial definida en los instrumentos de ordenamiento territorial[193] y planificación ambiental del territorio (p. ej. POT, EOT, PBOT, Pomca, PORH, Pomiuac).

- Áreas degradadas (p. ej. por erosión, salinización o contaminación del suelo), áreas en recuperación ambiental o en las que se prevé adelantar acciones de recuperación ambiental y, áreas con conflicto por uso del suelo.

[193] Se debe recordar que estos instrumentos incorporan las determinantes de ordenamiento territorial, entre ellas, las asociadas con la conservación, la protección del ambiente y los ecosistemas y las de interés para proteger el derecho humano a la alimentación de los habitantes del territorio nacional localizadas dentro de la frontera agrícola (p. ej. APPA).

- Áreas susceptibles a eventos amenazantes de origen hidrometeorológico y geológico, como inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, entre otros, en los ámbitos nacional, regional y local.

- Áreas destinadas a la producción económica agropecuaria, forestal, pesquera, acuícola, minera, entre otras.

- Áreas de importancia social tales como asentamientos humanos, y áreas con infraestructura física y social y de importancia histórica cultural o religiosa.

- Áreas de inversión estatal para conservación y protección de microcuencas, ya sea adquiridas para tal fin o con fines de reforestación o protección de suelos.

- Distritos de riego.

- Áreas Arqueológicas Protegidas declaradas por el ICANH.

- Áreas de interés forense determinadas por la Unidad de Búsqueda de Personas dadas por Desaparecidas (UBPD) o por la Fiscalía General de la Nación.

Asimismo, a partir del método y de los criterios elegidos para la construcción de la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto y de las de cada uno de los medios, se deben tener en cuenta las consideraciones de la Tabla 29, según aplique:

Tabla 29. Consideraciones para definir la zonificación ambiental

Medio	Componente	Consideración
Abiótico	**Geotécnica**	El grado de sensibilidad ambiental está asociado a movimientos en masa y a la potencialización de fenómenos erosivos, como consecuencia de la dinámica e interacción de variables físicas tales como pendiente, geomorfología, sismicidad, hidrología, litología, entre otras, con agentes naturales y antrópicos.
	Edafológico	Tener en cuenta la susceptibilidad del suelo y sus servicios ecosistémicos de acuerdo con sus características físicas, químicas y biológicas. Los mapas de capacidad de uso de las tierras pueden dar una aproximación inicial a la determinación de la susceptibilidad del suelo.
	Hidrológico	La sensibilidad ambiental de los cuerpos de agua debe ser establecida incorporando al análisis estimaciones de oferta hídrica disponible neta y de demanda del recurso, haciendo uso de metodologías establecidas por el Ideam (p. ej. el índice de escasez[194]), y considerar, la huella de inundación de los cuerpos de agua sujetos a afectación. Se deben considerar los resultados del numeral 10.7.3.1 para definir la sensibilidad ambiental del componente.

[194] Metodología para el cálculo del índice de escasez de agua superficial, Resolución 0865 del 22 de junio de 2004, o aquella norma que la modifique o sustituya.

Medio	Componente	Consideración
	Hidrogeología	Los grados de sensibilidad ambiental están relacionados con características físicas como porosidad, permeabilidad, litología y capacidad. Se deben considerar los resultados del numeral 10.7.3.1 para definir la sensibilidad ambiental del componente.
Biótico	**Ecosistemas**	Áreas de importancia para la conectividad ecológica potencial y para la conformación y conservación de corredores biológicos.
	Ecosistemas	Coberturas de la tierra de preferencia, paso o establecimiento temporal de especies con comportamiento migratorio.
	Ecosistemas terrestres	Áreas de bosque seco tropical. Áreas delimitadas como ecosistema estratégico de Bosque seco tropical por la autoridad competente (CAR, Minambiente e institutos de investigación adscritos y vinculados a Minambiente).
	Ecosistemas	Ecosistemas de la Lista roja de ecosistemas de Colombia (versión 2.0 - IUCN) en las categorías de amenaza “En peligro” (EN) y “Peligro crítico” (CR). Ecosistemas identificados a la escala que establezcan los términos de referencia para la caracterización del medio biótico y corroboración en campo. Estos ecosistemas requieren acciones de gestión y monitoreo especial. Modelizaciones sobre la distribución potencial de las especies de fauna o flora sensibles en ecosistemas ante cambios de temperatura y precipitación (desarrolladas en el numeral 10.7.3.1).
Socioeconómico		Información cartográfica oficial sobre áreas de interés forense emitida por la Unidad de Búsqueda de Personas dadas por Desaparecidas (UBPD) o por la Fiscalía General de la Nación para el área de influencia del proyecto, obra o actividad.
	Demográfico	Grupos poblaciones, los niveles de concentración de la población, su composición y distribución. Importante analizar cómo las variables demográficas generan presión sobre los recursos naturales y la infraestructura social para determinar su sensibilidad ambiental.
	Espacial	Acceso y cobertura de servicios públicos y sociales, infraestructura de vivienda y servicios de salud, transporte, recreación, entre otros, así como condiciones de calidad de vida de la población.
	Económico	Estructura de la propiedad (latifundios, minifundios, microfundios), uso del suelo, sistemas de producción y dependencia de las comunidades a las actividades económicas.
	Cultural	Grado de relacionamiento establecido entre la comunidad y los ecosistemas naturales, grado de reconocimiento por sus tradiciones, así como presencia de sitios de valor cultural e histórico.
	Político organizativo	Niveles de participación y capacidad que tienen las comunidades y organizaciones presentes en las unidades de análisis territorial, para la gestión de recursos y la organización del territorio con el propósito de mejorar su calidad de vida.
	Conflictividad socioambiental	Conflictos socioambientales activos que pueden ser exacerbados por los impactos y el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables que implicarían la ejecución del proyecto.
Paisaje		La sensibilidad ambiental de cada unidad de paisaje debe establecerse de acuerdo con los resultados de los análisis de visibilidad, calidad visual, fragilidad visual, atractivo escénico y percepción social del paisaje. La sensibilidad ambiental de las unidades de paisaje dentro de áreas de Paisaje cultural de la Nación o de

Medio	Componente	Consideración
		Patrimonio Mundial debe considerar, además de los análisis biofísicos y visuales, la susceptibilidad a la afectación de los atributos y valores culturales, productivos e inmateriales que le otorgan su reconocimiento (p. ej. el cultivo tradicional del café, la vivienda rural tradicional, la arriería, u otras manifestaciones); la zonificación debe reflejar las condiciones de protección señaladas en los instrumentos de gestión específicos para las áreas declaradas como Paisaje cultural de la Nación o Patrimonio Mundial.

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

Presentar una caracterización detallada de los recursos naturales renovables que demanda el proyecto, obra o actividad objeto de licenciamiento ambiental y que serían utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes etapas de éste.

En cuanto a los permisos, concesiones y autorizaciones para aprovechamiento de los recursos naturales, se deben presentar los Formularios Únicos Nacionales (FUN) para la solicitud de permisos, autorizaciones y concesiones ambientales existentes para tal fin, con los anexos correspondientes. Para aquellos permisos, concesiones y autorizaciones que requieran toma de muestras y análisis de laboratorio, dichos procedimientos deben ser realizados por laboratorios con acreditación vigente ante el Ideam.

En caso de que no se cuente con la capacidad analítica en el país, se aceptan los resultados de análisis que provengan de laboratorios extranjeros acreditados en la norma ISO 17025 (versión vigente).

De acuerdo con la Ley 373 de 1997, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico y la Política de Producción más Limpia y Consumo Sostenible, se deben presentar programas de ahorro y uso eficiente del agua para las concesiones solicitadas.

El desarrollo de este numeral debe tener en cuenta e incorporar, en caso de ser pertinentes, los insumos, saberes, sugerencias, recomendaciones o alertas que resulten de los procesos de información y participación con los grupos de interés del área de influencia. Dichos aportes deben ser incorporados de manera expresa en el documento, de tal forma que se evidencie su incidencia en el resultado de este numeral y, en caso de estimarlos como no pertinentes, se deben indicar y sustentar las razones por las cuales no se incluyen como parte de la información sobre demanda, uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales. En caso de que los grupos de interés no brinden insumos, saberes, sugerencias, recomendaciones o alertas, esta situación debe consignarse y documentarse en el estudio ambiental.

6.1 CONCESIÓN DE AGUA SUPERFICIAL

Cuando se requiera el permiso de concesión de agua, sea ésta superficial o residual (según lo establecido en la Resolución 1256 de 2021 o aquella que la modifique o sustituya), se debe presentar el FUN de solicitud de concesión de aguas superficiales adoptado por la Resolución 1058 de 2021 o por aquella norma que la modifique o sustituya, así como lo estipulado en los artículos 2.2.3.2.9.1. Solicitud de concesión y 2.2.3.2.9.2. Anexos a la solicitud del Decreto 1076 de 2015, que incluyen entre otra, la siguiente información:

- Caudal de agua solicitado, expresado en litros por segundo, así como el estimativo del consumo de agua requerido para las diferentes actividades del proyecto en cada una de sus etapas, expresado en las mismas unidades, discriminando el tipo de uso (doméstico, industrial), tal como lo indica la Resolución 1058 de 2021 o aquella que la modifique o sustituya.

- Determinación de la fuente o sitio de captación, indicando los siguientes datos:

  - Nombre de la fuente a utilizar de acuerdo con las clasificaciones establecidas en el Registro único de recurso hídrico.

  - Localización georreferenciada del punto o tramo homogéneo de captación propuesto.

  - Predio en donde se ubica la fuente o a través del cual se accede directamente a ésta (nombre del predio, propietario, vereda y municipio).

- Análisis de los conflictos actuales y potenciales sobre la disponibilidad del recurso hídrico, teniendo en cuenta el análisis hidrológico de caudales mínimos; así como el inventario y cuantificación aguas abajo de la captación hasta el límite del área que se caracterizó hidrológicamente, de los usos y usuarios registrados y, en lo posible, los no registrados ante la autoridad ambiental competente (analizando los volúmenes y caudales captados), de acuerdo con la caracterización del recurso hídrico superficial presentado en la línea base ambiental para el componente hidrológico (oferta hídrica total y oferta hídrica disponible considerando el caudal ambiental). Para cada punto por intervenir, calcular el Índice de Uso de Agua (IUA), índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) e Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH), de acuerdo con la metodología del ENA 2018 o su versión más actualizada.

- Información sobre los sistemas previstos para la captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes y distribución y drenaje.

- Si la concesión de agua incluye el uso para consumo humano y doméstico, se debe dar cumplimiento al Decreto 1575 de 2007 y a la Resolución 2115 de 2007, o a aquellas normas que los modifiquen o sustituyan.

6.2 EXPLORACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

Cuando se requiera el permiso de exploración de aguas subterráneas se debe presentar debidamente diligenciado el FUN de solicitud de prospección y exploración de aguas subterráneas adoptado por la Resolución 1058 de 2021 o aquella que lo modifique o sustituya, así como lo estipulado en los artículos 2.2.3.2.16.5. Requisitos para la obtención del permiso, 2.2.3.2.16.6. Anexos solicitud de permiso y 2.2.3.2.16.9. Exploración y aspectos a considerar del Decreto 1076 de 2015. Teniendo en cuenta lo anterior y con base en la caracterización hidrogeológica, para la exploración de agua subterránea se debe presentar:

- Localización georreferenciada de los polígonos en los que se plantea ubicar los sitios propuestos para realizar las perforaciones exploratorias, presentando la cartografía a la escala que establezcan los términos de referencia, o a una más detallada si el análisis lo requiere, señalando los predios en los que se localizan y la tenencia de éstos (propios, ajenos o baldíos). En los proyectos en donde la zonificación ambiental constituye el elemento fundamental para su planificación (p. ej. proyectos del sector hidrocarburos), se debe presentar la localización georreferenciada más aproximada del sitio en donde se proyecta realizar la exploración de aguas subterráneas; la ubicación definitiva se informa en los Planes de Manejo Ambiental específicos.

- Inventario de puntos de agua subterránea del área donde se proyecta realizar la exploración diligenciando el correspondiente FUN.

- Estudio geofísico empleado para determinar la localización de los pozos exploratorios, con la ubicación y la interpretación de los sondeos eléctricos verticales (u otros métodos geofísicos) y los perfiles geológico-geofísicos realizados. Se deben adjuntar los datos de campo.

- Localización georreferenciada de los sitios propuestos para realizar las perforaciones exploratorias en cartografía con la escala que definan los términos de referencia o una más detallada, de ser necesario.

- Descripción del sistema de perforación a emplear, señalando las especificaciones del equipo, características técnicas, manejo ambiental, registros físicos del pozo y diseño

preliminar del mismo (profundidad, diámetro, material de entubado, ubicación tentativa de filtros, tubería ciega y sello sanitario).

En caso de que exista una línea base regional que sirva de insumo técnico a la autoridad ambiental competente para la exoneración del permiso de exploración de aguas subterráneas, no es necesario solicitar dicho permiso ni adelantar el proceso de exploración (de acuerdo con el artículo 2.2.3.2.16.15. del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya). Para que la autoridad ambiental evalúe esta posibilidad, debe presentarse en el EIA información que le permita establecer con claridad el conocimiento y potencial hídrico de la cuenca subterránea que se plantea intervenir, incluyendo el modelo hidrogeológico, pronunciamientos de las autoridades respectivas, estudios regionales u otros soportes relacionados.

En caso de que las actividades de exploración establezcan que hay potencial de aprovechamiento de aguas subterráneas y que la licencia ambiental sea otorgada para tal aprovechamiento, se debe solicitar la modificación de la licencia ambiental a fin de tramitar el permiso de concesión de aguas subterráneas.

6.3 CONCESIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

En caso de requerir una concesión de agua, sea ésta subterránea o residual (según lo establecido en la Resolución 1256 de 2021 o aquella que la modifique o sustituya), se debe contar previamente con el permiso de exploración de agua subterránea de acuerdo con lo establecido en el numeral 6.2 del capítulo III del presente documento.

Una vez obtenido este permiso, se debe presentar la información requerida en el FUN de solicitud de concesión de aguas subterráneas adoptado por la Resolución 1058 de 2021, la estipulada en los artículos 2.2.3.2.16.14. Requisitos y trámite concesión, 2.2.3.2.9.1. Solicitud de concesión y 2.2.3.2.9.2. Anexos a la solicitud, del Decreto 1076 de 2015 o aquella norma que lo modifique o sustituya, así como la siguiente información:

- Descripción de los requerimientos de agua en términos de volumen, caudal y régimen de explotación.

- Localización georreferenciada de los pozos exploratorios perforados en mapas con la escala definida en los términos de referencia que correspondan, o más detallada, si ello se requiere.

- Informe de los resultados de los estudios de exploración, que incluya los estudios hidrogeológicos que se hubieran realizado indicando el tipo de investigación, método

y análisis de las pruebas realizadas y los parámetros geohidráulicos de los acuíferos[195] identificados en los estudios.

- Determinación y análisis de los posibles conflictos por la disponibilidad y usos del recurso, de acuerdo con la caracterización hidrogeológica del área que se presenta en la caracterización del medio abiótico (p. ej. inventario de los puntos de agua subterránea).

- Descripción litológica de las muestras obtenidas de la perforación exploratoria (para todos los pozos perforados, contengan agua o no), señalando como mínimo su espesor, composición, textura, granulometría y porosidad primaria o secundaria.

- Perfil estratigráfico de los pozos perforados y descripción de las formaciones geológicas, elaborado con base en la descripción litológica, determinando el espesor y la porosidad primaria o secundaria de todos los pozos perforados, tengan o no agua.

- Registros geofísicos de los pozos perforados, aportando los perfiles Gamma Ray, potencial espontáneo y resistividad sonda larga y corta con su correspondiente escala horizontal y vertical (profundidad). Se debe presentar la correlación de estos resultados con la rata de perforación del pozo y con el perfil estratigráfico, a partir de la cual se debe sustentar el diseño definitivo del pozo, el tamaño de apertura de los filtros y el tamaño del empaque de grava.

- Diseño definitivo de los pozos perforados, incluyendo la descripción del tipo de tubería de revestimiento, filtros, empaque de grava y material utilizado para el sello sanitario, así como nivelación topográfica. Ubicación y descripción de la infraestructura instalada (bomba sumergible, tubería de conducción y accesorios para su funcionamiento y tubería para medición de niveles, entre otras).

- Datos de campo sobre la variación de los niveles del agua subterránea con relación al tiempo y resultados de las pruebas de bombeo escalonadas, a caudal constante y de recuperación, especificando tipo, duración y caudal de la prueba, así como la interpretación de las mismas, describiendo el método de análisis empleado, los parámetros hidráulicos obtenidos (trasmisividad, conductividad hidráulica, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica, entre otros), la delimitación del radio de influencia del pozo y el caudal óptimo de producción.

[195] Unidad de roca o sedimento, capaz de almacenar y transmitir agua, entendida como el sistema que involucra las zonas de recarga, tránsito y de descarga, así como sus interacciones con otras unidades similares, las aguas superficiales y marinas; definición establecida por el artículo 2.2.3.1.1.3. del Decreto 1076 de 2015.

Las pruebas de bombeo deben realizarse midiendo niveles tanto en el pozo bombeado como en pozos de observación que capten de los mismos niveles, para lo cual se pueden utilizar piezómetros o pozos existentes, siempre y cuando se conozca su diseño, para garantizar que capte la misma unidad hidrogeológica y que permita la accesibilidad del personal y la toma de muestras (considerando que la bomba no obstruya esta actividad).

En pozos productivos, para garantizar que el nivel de inicio de la prueba sea el más cercano al estático, se debe suspender el bombeo con por lo menos 12 horas de antelación al inicio de la prueba. A partir de esta información es posible determinar además de los parámetros hidráulicos antes mencionados, el cono de abatimiento o radio de influencia del pozo.

- Inventario de puntos de agua subterránea (manantiales, aljibes, pozos y piezómetros) existentes en el radio de influencia de cada pozo, y determinación de usos y usuarios que puedan verse afectados por la captación.

- Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, incluyendo los parámetros de calidad de acuerdo con la destinación de uso (artículos 2.2.3.3.9.1 al 2.2.3.3.9.13 del Decreto 1076 de 2015, o las normas que lo modifiquen o sustituyan) y considerando los lineamientos establecidos en el numeral 4.1.5 de las especificaciones técnicas del EIA, referidos a la calidad del agua subterránea.

- Descripción de las obras de conducción almacenamiento y sistema de tratamiento a construir, incluidos los sistemas de regulación y medición.

- Descripción de los elementos de medición y control de niveles (estáticos y dinámicos), caudales y régimen de bombeo.

- Medidas de protección del pozo, incluyendo sello sanitario, aislamiento, cerramiento y manejo del agua lluvia.

Cuando se contemple la concesión de aguas subterráneas de fuentes como manantiales, drenes subhorizontales de las obras que se construyan y diseñen, aguas de infiltración de excavaciones subterráneas, aguas de infiltración de minas de tajo abierto y demás aguas alumbradas, se debe realizar el trámite de solicitud de concesión de aguas subterráneas en tanto éstas siguen siendo aguas subterráneas. En ese sentido, se deben seguir los lineamientos descritos para la solicitud de esta concesión, a excepción de la presentación del permiso de exploración y todo aquello relacionado con pruebas de bombeo y perforación de pozos.

6.4 PERMISO DE VERTIMIENTO

Cuando se requiera realizar vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas, se debe presentar el FUN de permiso de vertimientos establecido mediante la Resolución 1058 de 2021 o lo que disponga aquella norma que la modifique o sustituya y la información que dicta la sección 5 del capítulo 3, del Título 3, de la Parte 2, del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 (de la obtención de los permisos de vertimiento y planes de cumplimiento) o aquella norma que lo modifique o sustituya. En función de la matriz receptora del vertimiento se debe dar cumplimiento a la regulación vigente aplicable; por ejemplo, para vertimientos en suelos el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 699 de 2021; para aguas marino-costeras la Resolución 883 de 2018 o aquella norma que la modifique o sustituya y, cuando se utilicen buques o artefactos navales, las disposiciones del convenio MARPOL 73/78 y la reglamentación de la Dimar y; para aguas superficiales, el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 631 de 2015 o aquella norma que la modifique o sustituya.

Para el caso de vertimientos a cuerpos de aguas superficiales la información presentada en el estudio debe permitir:

- Determinar y localizar (georreferenciar) las corrientes o tramos homogéneos receptores de las descargas de agua residual.

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

A continuación, se presentan los lineamientos para la modelización en cuerpos de agua superficial (lénticos o lóticos). En el caso de vertimiento en ambientes marinos, la modelización debe desarrollarse con base en las condiciones oceanográficas descritas en el componente oceanográfico, las cuales constituyen el insumo técnico para este tipo de análisis.

Para la modelización de la capacidad de asimilación del cuerpo de agua superficial receptor frente a las descargas de agua residual producidas por las actividades del proyecto, obra o actividad, se debe tener en cuenta lo estipulado en la Guía nacional de modelación del recurso hídrico, presentando como mínimo la siguiente información:

- Estudio de modelización hidrodinámica o ensayos con trazadores con el fin de caracterizar la variación espacial y temporal de la velocidad, la profundidad del agua y las principales propiedades geométricas en cada tramo o sector de análisis (el estudio debe ser realizado antes de las campañas de monitoreo). Los ensayos con trazadores se consideran una alternativa válida cuando la modelización numérica no sea técnica o económicamente inviable, o como método complementario de verificación de

resultados; por ejemplo, puede utilizarse Rhodamina como trazador, cumpliendo con las normas de bioseguridad e inocuidad ambiental. Específicamente, para el caso de cuerpos lóticos modelizados unidimensionalmente, se requieren curvas de calibración de profundidad, área mojada, perímetro mojado, ancho superficial, velocidad media y velocidad máxima como función del caudal; asimismo, se debe reportar la pendiente longitudinal y la descripción o caracterización del material del lecho para el tramo homogéneo analizado.

- Modelo de tiempos de viaje, debidamente calibrado a partir de datos de ensayos con trazadores, modelización hidrodinámica en dos o tres dimensiones o modelización hidráulica para flujo uniforme, no uniforme o no permanente. En el caso de realizar ensayos con trazadores, se debe reportar la siguiente información para cada tramo o sector estudiado, a partir de la calibración de modelos de transporte de solutos y/o del análisis estadístico de los datos obtenidos en campo:

  - Para cuerpos lóticos:

    - Modelo de tiempos de viaje debidamente calibrado.
    - Tiempo de primer arribo.
    - Tiempo medio de viaje (en el caso de inyección instantánea).
    - Tiempo al pico.
    - Tiempo de pasaje.
    - Coeficiente de dispersión longitudinal y área transversal efectiva del tramo.
    - Coeficientes de dispersión longitudinal, transversal y/o vertical, cuando se realicen ensayos con trazadores de inyección continúa.
    - Fracción dispersiva.

  - Para cuerpos lénticos:

    - Coeficientes de dispersión/difusión longitudinal, transversal y/o vertical.

- Estimación de la longitud o dimensión del tramo o área de modelización, respectivamente, mediante una metodología debidamente sustentada y justificada[196].

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

Se debe justificar la selección del modelo empleado de acuerdo con las condiciones del sistema a modelizar, teniendo en cuenta los procesos dominantes, la complejidad de la condición a modelizar, la variación espacial (unidimensional, bidimensional o tridimensional) y temporal (dinámico o estado estable) de la calidad del agua y condiciones de frecuencia de las descargas existentes en el tramo o área estudiada. Adicionalmente, se deben señalar los procesos y variables empleados en el modelo, dado que no todos permiten evaluar las posibles transformaciones fisicoquímicas o microbiológicas del tramo o área estudiada. El programa de monitoreo debe ajustarse de acuerdo con el modelo seleccionado y los lineamientos establecidos en el artículo 2.2.3.3.4.13 del Decreto 1076 de 2015 (o en las normas que lo modifiquen o sustituyan), especialmente en lo referente a la selección de puntos, parámetros y frecuencias de medición del vertimiento.

Definir la estructura conceptual para la modelización de la calidad del agua, incluyendo como mínimo los siguientes puntos:

- Protocolo o marco de modelización.

- Síntesis de la información preliminar para definir el modelo conceptual.

- Esquemas que indiquen entradas, salidas, fuentes puntuales o difusas, sumideros y procesos fisicoquímicos y biológicos dominantes identificados en el sistema a modelizar.

[196] En caso de que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la autoridad ambiental regional o el Ideam establezcan o adopten con posterioridad una metodología para la estimación de la longitud de influencia del vertimiento sobre corrientes de agua superficial, ésta deberá ser aplicada para la formulación de los modelos.

- Segmentación inicial del sistema, teniendo en cuenta la definición de los tramos o sectores de análisis y, si es necesario, la estabilidad y precisión numérica para la implementación del código del modelo seleccionado.

- Definición y justificación de los determinantes de calidad del agua a simular.

- Descripción general de la estructura del modelo seleccionado, señalando procesos modelizados, ecuaciones matemáticas, variables de estado, parámetros del modelo, condiciones de frontera, condiciones iniciales, método de solución numérica o analítica, plataforma de solución, ventajas, limitaciones y suposiciones.

  Definición de criterios para la calibración, validación y análisis de sensibilidad paramétrica del modelo, lo cual incluye la descripción de la función objetivo, las tasas, constantes y velocidades de transformación por calibrar, y rangos, algoritmos de calibración y validación y criterios de aceptabilidad del modelo.

Plantear la simulación como mínimo, en los siguientes escenarios:

- Condición sin proyecto (línea base).

- Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal/nivel característico de condiciones mínimas sobre el cuerpo de agua receptor.

- Carga promedio en el vertimiento tratado y caudal/nivel promedio sobre el cuerpo de agua receptor.

- Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal/nivel máximo ordinario sobre el cuerpo de agua receptor. En este escenario y para el caso de cuerpos lóticos, se debe considerar la interacción y procesos con la zona hiporréica y los sedimentos de fondo según las características del vertimiento y el cuerpo de agua receptor. Se debe justificar la inclusión de este escenario basado en las características del proyecto y la caracterización de calidad de agua y sedimentos.

- Carga máxima en el vertimiento antes del tratamiento y caudal/nivel característico de condiciones mínimas sobre el cuerpo de agua receptor. Se debe presentar información que permita establecer la carga máxima de este tipo de vertimiento, de acuerdo con las actividades generadoras y el tipo de tratamiento a utilizar.

- Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal / nivel característico de condiciones mínimas sobre el cuerpo de agua receptor en escenarios de cambio climático.

Realizar una comparación entre todos los escenarios de modelización, y analizarlos teniendo en cuenta los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico establecidos por la autoridad ambiental competente (si existen) o los definidos para el ámbito nacional, y los análisis de los conflictos de usos actuales y potenciales del recurso hídrico.

- Cálculo de los factores de asimilación de cada corriente.

  En estos análisis se debe tener en cuenta lo dispuesto en los instrumentos de planificación y administración del recurso hídrico, contenidos en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH).

  Para la toma de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se debe considerar lo siguiente:

  - Para cuerpos lóticos:

    - La toma de muestras se debe realizar siguiendo la misma masa de agua, desde aguas arriba hacia aguas abajo, incluyendo los afluentes y vertimientos en el orden que confluyen en la corriente principal, para lo cual se debe generar previamente un programa de monitoreo y tiempos de viaje.

    - Las muestras tomadas para los parámetros fisicoquímicos sobre los cuerpos de agua deben ser integradas en la sección transversal y en la profundidad, en los parámetros a los que haya lugar.

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

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

  - Para cuerpos lénticos:

    - Tomar una muestra integrada en la profundidad o varias puntuales representativas en la zona fótica y otras puntuales representativas de la zona afótica o el hipolimnio, para su caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica (fitoplancton y zooplancton).

    - Cuando haya captaciones de agua para consumo humano, se debe tomar y analizar una muestra puntual a la altura de cada captación.

- Se deben obtener los perfiles de temperatura, conductividad y de oxígeno disuelto en toda la profundidad con un equipo perfilador tipo CTD-O (Conductividad-Temperatura-Profundidad con sensor de oxígeno disuelto) o mediante un método alternativo, y a partir de dichos perfiles se debe determinar la estratificación del cuerpo de agua (reportando, por ejemplo, el epilimnio, el mesolimnio, el hipolimnio y la termoclina).

- Se debe estimar la profundidad de la zona fótica y reportar las profundidades de toma de las muestras en la zona fótica y afótica.

Las consideraciones para la modelización de la capacidad de asimilación del cuerpo receptor frente a las descargas del agua residual producida por las actividades están establecidas por Minambiente mediante la Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales (2018) o su versión más reciente.

La información para la evaluación de los vertimientos generados por el proyecto, obra o actividad a cuerpos de agua o al suelo, debe contener como mínimo los requisitos establecidos en el artículo 2.2.3.3.5.3 del Decreto 1076 del 2015, y para vertimientos puntuales a cuerpos de agua, se debe tener en cuenta que cuando exista un PORH adoptado o la autoridad ambiental competente cuente con un modelo regional de calidad del agua, la predicción del impacto del vertimiento la realizará dicha autoridad.

Para los vertimientos generados por el proyecto, obra o actividad a suelos, se debe considerar su vocación conforme a lo dispuesto en los instrumentos de ordenamiento territorial y en los planes de manejo ambiental de acuíferos. En caso de no existir dichos instrumentos, la autoridad ambiental competente define los términos y condiciones bajo los cuales se debe realizar la determinación de los impactos y la gestión ambiental de los mismos según lo establecido en el Decreto 3930 de 2010, el Decreto 1076 de 2015, el Decreto 050 de 2018 y la Resolución 699 de2021.

6.5 OCUPACIÓN DE CAUCES, PLAYAS Y LECHOS[197]

Para tener un mayor entendimiento de la información a presentar para la obtención de este permiso, se deben dividir las ocupaciones de cauce según la dimensión de las obras hidráulicas a ejecutar, a saber, obras mayores y obras menores[198]. A su vez, es posible armonizar el análisis técnico del permiso de ocupación de playas, cauces y lechos con las estrategias de manejo y delimitación de ronda hídrica en aquellos cuerpos de agua donde las autoridades ambientales hayan efectuado acotamiento y, en caso de que no exista la delimitación de la ronda hídrica, es posible articular el análisis con los criterios técnicos establecidos en el Anexo 3 de la Guía técnica de criterios para el acotamiento de rondas hídricas en Colombia. Teniendo en cuenta lo anterior, cuándo el proyecto, obra o actividad requiera realizar ocupación de cauces, playas o lechos en cuerpos de agua para la construcción de obras hidráulicas únicamente, se debe presentar la siguiente información.

- La relacionada en el numeral 4.1.4 en cuanto caracterización hidrológica.

- Análisis de frecuencia para caudales medios y máximos, justificándolos técnicamente mediante el uso de metodologías de valores extremos. Los períodos de retorno mínimos a considerar en caudales máximos deben ser, 2, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años.

[197] Para determinar las ocupaciones de cauce, se deben tener en cuenta los artículos 2.2.3.2.3.1, 2.2.3.2.3.2, 2.2.3.2.3A.2. y 2.2.3.2.12.1 del Decreto 1076 de 2015. Entre las obras hidráulicas que requieren del permiso de ocupación de cauce se encuentran las siguientes: i) Captaciones y estructuras de vertimiento localizadas en el lecho o aferentes en los cuerpos de agua (incluye las estructuras de entrega de alcantarillados pluviales que lleguen a ocupar áreas del cauce permanente o la faja paralela), ii) Obras localizadas en el lecho o en las obras que puedan afectar el área de inundación de crecientes máximas ordinarias (nivel promedio del agua de los últimos 15 años de acuerdo con el ARTÍCULO 2.2.3.2.3.3. del decreto 1076 de 2015); incluye los cruces aéreos y subfluviales de tuberías, jaulas de uso piscícola, pilotes y otras estructuras de cruce, iii) Estructuras de protección de orillas como protecciones directas, enrocados y espolones, iv) Jarillones, muros o diques longitudinales o perimetrales usados para el manejo de inundaciones o el control de la evolución de los cuerpos de agua loticos o la explotación de minerales o materiales de arrastre, v) Estructuras de disipación de energía como gradas, rápidas, canales o sedimentadores que entreguen flujos a los cuerpos de agua ocupando zonas de su cauce permanente o faja paralela, vi) Actividades autorizadas que se realicen sobre el cauce permanente o la faja paralela de los cuerpos de agua incluyendo actividades de recreación y explotación de materiales del lecho, vi) Diques, presas y otras estructuras transversales usadas para generar embalsamientos, captar aguas o para cualquier otro fin. Se debe tener en cuenta que la construcción y desmantelamiento de obras de ocupación temporales no deben generar inestabilidad o mayores impactos en el cauce y que las obras tipo batea para cruces viales no se consideran ambientalmente viables.

[198] Para determinar si una obra es mayor o menor, se deben considerar sus dimensiones y las características del cuerpo de agua a ocupar; por ejemplo, de acuerdo con el tratamiento que el Manual de drenajes para carreteras del Ministerio de Transporte de INVIAS (2009) le da a diferentes obras, las alcantarillas (sencillas, dobles o múltiples), box culvert, descoles y disipadores pueden clasificarse como obras menores, mientras que los puentes, pontones y viaductos pueden clasificarse como obras mayores. Lo anterior sin perjuicio de otro tipo de obras hidráulicas no abordadas en el manual citado.

- Ubicación georreferenciada de los tramos donde se implementarán las obras, de acuerdo con lo establecido en el MAG vigente.

- La relacionada en la siguiente tabla, teniendo en cuenta el tipo de obra a realizar:

Tabla 30. Información por presentar de acuerdo con el tipo de obra a construir.

Para obras mayores	Para obras menores
Sección topo-batimétrica, aguas arriba y aguas abajo de la ocupación, incluyendo la llanura inundable y aforo de caudal.	Sección representativa (teniendo en cuenta ancho y profundidad del cauce por intervenir) aguas arriba y aguas abajo de dicha ocupación y aforo de caudal.
Estudio de dinámica fluvial que contenga estudios hidráulicos (modelización hidráulica), hidrológicos, sedimentológicos (profundidades de socavación y modelización de transporte de sedimentos), geológicos y geomorfológicos (asociados al cauce y a la llanura de inundación establecida en el punto anterior para diferentes épocas representativas), asociados al tramo de obra a diseñar, incluyendo niveles y áreas de inundación para diferentes escenarios hidrológicos. Se deben comparar las condiciones con y sin proyecto.	Estudio de dinámica fluvial que contenga estudios hidrológicos, análisis hidráulicos, de socavación y geomorfológicos, asociados al tramo de la obra, incluyendo niveles y áreas de inundación y profundidades de socavación para diferentes escenarios hidrológicos. Se deben comparar las condiciones con y sin proyecto.
Para el caso de cuerpos lénticos, se debe levantar la topo-batimetría y obtener además las curvas nivel – volumen y nivel – área superficial.	

- Análisis de estabilidad geotécnica del tramo analizado para la ocupación de cauce teniendo en cuenta el tipo y complejidad de la obra a realizar, así como las características del cauce objeto de intervención.

- Análisis de dinámica fluvial anteriormente mencionado (incluyendo los análisis hidrológico, hidráulico y sedimentológico) para garantizar la estabilidad ambiental del cauce en el tramo analizado (en caso de existir obras de protección permanentes asociadas a la infraestructura proyectada).

- Diseños preliminares de las obras a construir (planos planta, perfil y detalles) y procedimientos constructivos de acuerdo con el grado de detalle requerido en los términos de referencia, así como con lo exigido por la normativa vigente para el trámite de autorizaciones o permisos para la ocupación de playas, cauces y lechos.

- Modelos numéricos físicamente basados según el tipo de cuerpo de agua, de acuerdo con la Tabla 31. Estos modelos son obligatorios cuando la ocupación pueda generar alteraciones significativas en la morfodinámica del cauce (p. ej. grandes desvíos,

canalizaciones o rellenos); en intervenciones menores o temporales es posible emplear métodos simplificados con la debida justificación técnica.

Tabla 31. Ecuaciones por solucionar según cuerpo de agua a modelizar

Tipo	Ecuación
Ríos sinuosos o meándricos	Saint-Venant 2D u onda difusiva
Ríos rectilíneos	Saint-Venant 1D o FGV
Ciénagas	Saint-Venant 2D u onda difusiva
Zonas estuarinas	Saint-Venant 2D u onda difusiva
Canales rectilíneos	Saint-Venant 1D o FGV
Modelos hidrológicos distribuidos	Onda difusiva

Fuente: ANLA -2020.

6.6 APROVECHAMIENTO FORESTAL

Para la solicitud y tramite del permiso de aprovechamiento forestal[199], se debe consultar el Decreto 1076 de 2015, Parte 2 Reglamentaciones, Título 2 Biodiversidad, Capítulo 1 Flora silvestre; asimismo, en caso de requerir la intervención y aprovechamiento en plantaciones forestales, se debe considerar lo establecido en el Decreto 1532 de 2019 o aquella norma que modifique o sustituya. En ambos casos se deben contemplar e incluir los requerimientos establecidos por la norma que corresponda o aquella que la modifique o sustituya. En este sentido, para la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal es necesario atender los siguientes lineamientos.

De acuerdo con las características del proyecto, obra o actividad, se debe realizar un muestreo o un censo forestal[200] en las unidades de cobertura de la tierra en las que se prevé realizar el aprovechamiento forestal (dadas las actividades y obras del proyecto); el periodo de tiempo entre la toma de datos y la solicitud del permiso no debe exceder los 3 años.

En el caso de muestreo forestal estadístico, para individuos con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm, se debe realizar un muestreo con una probabilidad del 95% y un error de muestreo no superior al 15%. Se debe presentar un cuadro resumen por cobertura, que señale los parámetros estadísticos con los cuales se calculó el tamaño de la muestra.

[199] Aprovechamiento forestal único y aprovechamiento forestal de árboles aislados.
[200] Muestreo forestal: proceso mediante el que se registra información de un subconjunto de la población de una cobertura vegetal, con base en la cual es posible hacer inferencias sobre la población total. Censo forestal: proceso mediante el que se registra información del 100% de los individuos de un área.

Se deben indicar las técnicas empleadas en cualquiera de los casos (muestreo o censo), teniendo en cuenta que, para los muestreos en cada unidad de cobertura de la tierra de manera independiente, el error de muestreo no puede ser superior al 15% y la probabilidad debe ser del 95% utilizando como variables el volumen total o el área basal de las unidades de cobertura de la tierra en las que se prevé el aprovechamiento; se deben presentar los análisis estadísticos detallados incluyendo los soportes correspondientes a los inventarios forestales. Asimismo, se debe presentar un cuadro resumen por tipo de cobertura de la tierra de los principales parámetros estadísticos conducentes al cálculo del error de muestreo.

En caso de requerir el aprovechamiento de especies en veda nacional o regional, se debe presentar la información específica de tales individuos de acuerdo con lo identificado en la caracterización ambiental (numeral 4.2.2.1.1.1), en el cual se establecen los lineamientos para la recolección de información de especies arbóreas y helechos arborescentes en veda.

Se debe presentar el tipo de muestreo realizado, incluyendo el número, tamaño y forma de las parcelas de muestreo, la superficie (medida en hectáreas) en la que proyecta el aprovechamiento y los volúmenes totales de aprovechamiento por cada tipo de unidad de cobertura vegetal y ecosistema (como insumo para el Plan de compensaciones del medio biótico), así como los cálculos que soporten el volumen promedio por hectárea, especificando las fórmulas utilizadas y el factor de forma. De igual manera, se deben presentar los cálculos para la determinación del tamaño de la muestra para cada unidad de cobertura vegetal.

Cada individuo muestreado o censado debe ser marcado mediante un sistema que permita su clara identificación en el marco de la evaluación y seguimiento de las actividades de ejecución del proyecto, sin que esto implique el detrimento del estado fitosanitario del individuo.

Se deben determinar todos los individuos a nivel de especie (genero, epíteto específico y autor) o al nivel taxonómico más detallado posible, señalando el estado de conservación de ésta (categoría de amenaza) y sus condiciones particulares de veda o endemismo.

Se debe elaborar cartografía de acuerdo con la estructura del Modelo de Almacenamiento Geográfico que contenga la siguiente información:

- Localización y georreferenciación de individuos censados o de las parcelas de muestreo asociadas a las unidades de cobertura de la tierra, en un mapa a la escala que establezcan los términos de referencia, o a una más detallada si el análisis lo requiere, relacionando las veredas o los corregimientos municipales y municipios en los cuales se ubican.

- Cantidad y superficie (área) ocupada de la infraestructura, obras y/o actividades constructivas del proyecto que implican efectuar el aprovechamiento forestal, estableciendo las unidades de cobertura vegetal por intervenir y el estimado del volumen de aprovechamiento en cada una de ellas.

- Identificación de los puntos. Debe coincidir con la marcación de los individuos en campo o con la numeración de las parcelas levantadas para el inventario forestal.

La información obtenida en campo, que incluye los datos registrados mediante el inventario forestal, debe incluir como mínimo lo siguiente: unidad de cobertura vegetal, superficie a aprovechar (medida en hectáreas), localización (coordenadas planas, vereda, municipio), individuos inventariados, clasificación taxonómica (al nivel de especie o al nivel taxonómico más detallado posible), DAP, área basal, altura total, altura comercial y observaciones, entre otras.

En caso de requerirse la movilización de productos forestales en primer grado de transformación derivados del aprovechamiento, se debe tramitar con anterioridad ante la autoridad ambiental competente el salvoconducto único nacional en línea (SUNL) para la movilización de especímenes de la diversidad biológica, atendiendo las disposiciones de la Resolución 1909 de 2017 o aquella que la modifique o sustituya.

6.7 PERMISO DE EMISIÓN ATMOSFÉRICA

Para las fuentes fijas de emisión que requieran permiso de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 1, Titulo 5, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 y en la Resolución 619 de 1997, o aquellas normas que los modifiquen o sustituyan, se debe entregar la información allí prevista. De la misma manera, se debe entregar debidamente diligenciado el FUN de solicitud de permiso de emisiones atmosféricas fuentes fijas establecido mediante la Resolución 2202 de 2005 o lo que disponga aquella norma que la modifique o sustituya.

En caso de que el proyecto, obra o actividad genere olores ofensivos y una vez Minambiente reglamente el permiso de emisión de olores, se deben incluir dentro del trámite del permiso de emisión atmosférica, las actividades generadoras de olores ofensivos describiendo de manera detallada las características de las fuentes y de sus emisiones.

En caso de que el proyecto contemple fuentes de emisiones sujetas o no a permiso de emisiones, se debe presentar un inventario de emisiones atmosféricas de todas las fuentes asociadas al proyecto, obra o actividad siguiendo los lineamientos señalados en el numeral 6.7.1 del capítulo III de este documento, y una modelización de dispersión de

contaminantes para tres escenarios posibles (actual sin proyecto, futuro con proyecto sin medidas de manejo y futuro con proyecto con medidas de manejo) de acuerdo con los lineamientos mencionados en el numeral 6.7.2 del capítulo III de esta metodología.

6.7.1 Emisión de contaminantes del aire – fuentes de emisión

Adicionalmente, para todas las fuentes de emisión del proyecto, obra o actividad se debe realizar lo siguiente:

- Determinar las fuentes de emisiones atmosféricas fijas, de área y móviles asociadas a cada una de las etapas del proyecto. Para las móviles se debe tener en cuenta los trazados de operación y sus respectivos aforos.

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

- Ubicar en planos georreferenciados las fuentes de emisiones de línea base y proyectadas de la actividad diferenciadas para cada una de las etapas del proyecto. En los proyectos en donde la zonificación ambiental constituye el elemento fundamental para su planificación (p. ej. proyectos del sector hidrocarburos), se debe presentar la posible localización de las fuentes de emisión.

- Estimar la masa de descarga de los contaminantes atmosféricos previstos en los procesos y actividades, identificados como fuentes de emisión en cada una de sus etapas.

  Esta estimación se debe realizar con base en los lineamientos establecidos en documentos como el Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas (MAVDT, 2010b) y la Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas (Gaitán & Cárdenas, 2017).

  Hasta tanto se adopten factores de emisión locales, se deben tener emplear los factores de emisión reportados por la U.S. Environmental Protection Agency (US EPA), el EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 (EMEP & EEA, 2019) y el The National Pollutant Inventory (NPI) de Australia, u otra fuente que cuente con reconocimiento técnico y científico a nivel nacional e internacional. El uso de estos factores debe ser fiel a la metodología seleccionada y realizarse dentro de los rangos recomendados, evitando la subestimación.

  Se debe anexar sustento de los cálculos con suposiciones realizadas en formato editable en un archivo Excel o similar, formulado y sin restricciones de ningún tipo, en el que se presenten las referencias usadas en la selección en factores de actividad, factores de emisión, parámetros de cálculo, entre otros. Lo anterior para que sea

posible verificar toda la trazabilidad de los niveles de actividad y de las estimaciones de emisiones obtenidas.

En caso de que no se encuentre información que permita la estimación de las emisiones, se deben realizar homologaciones y justificar adecuadamente su uso; si ello no es posible, se deben señalar las razones que no permiten emplearlas ni incluir la actividad asociada en el inventario.

- Incluir, para las fuentes que cuenten con equipos de control al final del proceso, el plan de contingencia de los sistemas de control de emisiones, así como las demás obligaciones para este tipo de fuentes definidas por el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica generada por Fuentes Fijas adoptado mediante la Resolución 760 de 2010, ajustado por la Resolución 2153 de 2010 y adicionado mediante Resolución 1632 de 2012, o aquellas normas que las modifiquen o sustituyan.

Para las fuentes móviles se pueden utilizar modelos de emisión de fuentes móviles (p. ej. IVE, MOBILE, MOVES y COPERT) combinados con variables locales (distancias viajadas por la flota, estimaciones de viaje de la flota ida y vuelta, velocidades de vehículos, entre otros), o factores de emisión de entidades de reconocida idoneidad en la materia.

El aforo vehicular que se debe realizar (diario o nocturno, dependiendo de las particularidades del proyecto, obra o actividad) tiene como propósito la determinación de las fuentes móviles que han de transitar por las vías del proyecto o que se encuentren en el área de influencia.

6.7.2 Modelo de dispersión

Los parámetros objeto de modelización deben ser aquellos que se identifiquen durante la estimación de emisiones atmosféricas. En caso de que los parámetros evaluados no cuenten con niveles máximos permisibles en el ámbito nacional, se deben utilizar niveles máximos permisibles definidos internacionalmente (p. ej. los establecidos para Estados Unidos o para la Unión Europea).

En tanto Minambiente adopte el instrumento de modelización de calidad del aire, la modelización de contaminantes atmosféricos debe seguir los lineamientos que se establecen a continuación:

- Formulación de la condición a simular: procedimiento que conlleva la selección de los procesos a representar y de las escalas y resoluciones para desarrollar la

representación. En esta fase se identifican también las fuentes y receptores de interés y se elige el método más adecuado para su representación.

- Selección y validación de los datos de entrada: procedimiento estándar dentro del proceso experimental que resulta de suma importancia en razón a que la disponibilidad de los datos es con frecuencia uno de los criterios decisivos en la formulación o selección del modelo matemático. Se deben describir los criterios de selección y validación utilizados.

- Formulación del modelo matemático: se selecciona la aproximación matemática más adecuada para la representación del problema (por ejemplo, Gaussiana, Lagrangiana, Euleriana) y se define el modelo computacional que mejor represente el escenario, justificando los criterios tenidos en cuenta para la selección del modelo, así como las configuraciones y parametrizaciones utilizadas. En caso de utilizar los modelos matemáticos recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA) se deberá formular el modelo matemático a implementar.

- Análisis de sensibilidad del modelo de dispersión. Para ello, se deben desarrollar como mínimo las siguientes actividades:

  - Identificación de las variables críticas[201]. A partir del conjunto de variables empleadas como entrada al modelo, se deben identificar aquellas variables críticas que presentan mayor incertidumbre, ya sea porque fueron asumidas a partir de información secundaria o porque las mediciones de campo disponibles tienen limitaciones de representatividad o precisión. Estas variables se agrupan en dos categorías:

    - Variables asociadas a la fuente emisora (dependen del tipo de fuente modelada). En todos los casos la variable principal es la tasa de emisión del contaminante. Para fuentes puntuales se agregan la temperatura y velocidad de gases de salida, la altura y el diámetro de la chimenea. Para fuentes de área se agregan el ancho y largo de la superficie emisora y su altura sobre el suelo. Para fuentes de volumen se agregan el ancho, largo y altura del volumen emisor. Para fuentes de línea se agregan la longitud, el ancho y la altura de emisión sobre el suelo.

    - Variables meteorológicas de entrada. Incluyen la velocidad y dirección del viento, temperatura ambiente, cobertura de nubes y parámetros de superficie como rugosidad y albedo.

[201] Las variables críticas son aquellas cuya variación genera el mayor cambio en la concentración estimada en los receptores.

- Definición de rangos de variación. Para cada variable crítica identificada, se deben establecer rangos de variación con base en los valores mínimos y máximos reportados en la bibliografía técnica o normas aplicables. De ser posible, se deben evaluar al menos tres escenarios por variable: valor mínimo, valor central (base) y valor máximo.

- Corrida de escenarios modificando variables. Se deben correr los escenarios modificando una variable a la vez mientras se mantienen las demás en su valor base y se registra en cada caso la concentración máxima obtenida en los receptores configurados. Adicionalmente, se debe correr al menos un escenario en el que todas las variables críticas tomen simultáneamente sus valores más desfavorables; este escenario representa la condición más crítica posible y permite verificar si, aún en el peor caso, las concentraciones estimadas en los receptores se mantienen dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa aplicable.

- Análisis e interpretación de resultados. Se deben comparar las concentraciones obtenidas en cada escenario frente al escenario base, utilizando los siguientes indicadores:

    - Variación porcentual de la concentración máxima en receptor, para cada escenario evaluado.

    - Rango de variación, expresado como la diferencia entre la concentración máxima y mínima obtenida en todos los escenarios, indicando cuánto puede alejarse el resultado del valor base.

    - Variable de mayor influencia, identificada como aquella cuya variación individual genera el mayor cambio porcentual en la concentración estimada.

Con base en estos indicadores se debe concluir qué tan sensible es el modelo frente a cada variable evaluada e identificar cuáles supuestos tienen mayor influencia en el resultado final y cuáles pueden asumirse con mayor tranquilidad por su bajo impacto en la concentración estimada.

El análisis de sensibilidad es un ejercicio que evalúa la influencia de las variables de entrada sobre el resultado del modelo. Este análisis no debe confundirse con el análisis de desempeño del modelo, el cual compara las concentraciones simuladas frente a concentraciones medidas en estaciones de monitoreo con el propósito de evaluar qué tan bien se reproduce la realidad mediante el modelo.

- Validación de la información meteorológica e información de elevación de terreno (modelo digital de terreno) mediante su comparación con datos primarios.

- Definición del dominio de modelización: durante esta etapa se determina el área de influencia del componente atmosférico, la cual debe incluir todas las fuentes de emisión y los receptores que se tendrán en cuenta dentro del proceso de modelización. El tamaño del dominio de modelización depende del tipo de fuente, de las emisiones másicas, del tipo de contaminante y del modelo seleccionado para llevar a cabo el estudio. Modelos simples pueden requerir información de las actividades presentes en el dominio de modelización (rural o urbano) y la complejidad del terreno. Para elegir el tamaño del dominio de modelización se deben considerar:

  - Las áreas donde los receptores sean sensibles a la dispersión.

  - Otras fuentes de emisión que deban ser incluidas en la modelización, en la medida que sus emisiones no sean adecuadamente representadas por la concentración de fondo determinada a partir de monitoreos de calidad del aire (por ejemplo, las vías del proyecto que se encuentren en el área de influencia y para las cuales se realizó el aforo vehicular según los lineamientos dados en el numeral 4.1.7.2.

- Simulación atmosférica de la dispersión de contaminantes: el objetivo de esta fase es determinar el comportamiento de los contaminantes en el dominio de modelización. Se deben modelizar bajo los siguientes escenarios:

  - Primer escenario: actual (aplica en caso de contar con inventario de emisiones formal de la zona o en el marco de una modificación del instrumento ambiental). Si no se posee inventario de emisiones, se debe prescindir de la modelización y considerar la línea base que corresponderá a las concentraciones de los niveles de inmisión del monitoreo de calidad del aire según su cobertura espacial).

  - Segundo escenario: proyecto[202] sin medidas de manejo[203].

[202] El escenario con proyecto se define como la simulación para el año más crítico, es decir, el año con las mayores emisiones, considerando condiciones meteorológicas críticas u otras que se identifiquen.
[203] El escenario sin medidas de manejo permite determinar la eficiencia de las medidas implementadas para el control de emisiones. En aquellos casos donde las fuentes fijas cuenten, desde fábrica, con sistemas de control incorporados y no se disponga de información sobre las emisiones en ausencia de dichos sistemas, es posible incluirlas en el segundo escenario, siempre que su eficiencia esté debidamente certificada mediante fichas técnicas que respalden los niveles de emisión considerados en la modelización. Por el contrario, cualquier medida de manejo adicional que no haga parte intrínseca del diseño de la fuente (por ejemplo, la humectación u otras medidas similares), o de la cual no se tenga certeza, o cuya información provenga de bases de datos generales (como la AP-42, en donde se presentan factores de emisión con medidas de control genéricas), no puede ser considerada dentro de este escenario.

- Tercer escenario: proyecto con medidas de manejo[204].

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

- Inventario y posible localización de todas las fuentes de emisión de material particulado que contempla el proyecto, las cuales deben ser incluidas como parte de los datos de entrada para alimentar la modelización (fuentes fijas que a su vez pueden ser dispersas, de área o puntuales, y fuentes móviles). A partir de los criterios adoptados internacionalmente para el análisis de emisiones, se deben estimar las emisiones de cada una de las fuentes del proyecto.

- Análisis de la información meteorológica utilizada (velocidad y dirección del viento, temperatura, precipitación, radiación solar, nubosidad, altura de mezcla y estabilidad atmosférica, entre otros) y características de la estación o estaciones de donde se tome dicha información (mínimo un año de información de las variables meteorológicas). Se deben precisar los análisis de consistencia que se realicen a los datos meteorológicos disponibles y a los utilizados en la modelización y se debe garantizar que estos presenten coherencia y representatividad temporal y espacial de acuerdo con la ubicación del proyecto. Se debe tener en cuenta que para que un modelo de dispersión provea estimaciones precisas, la información meteorológica usada en el mismo debe ser representativa de las condiciones de transporte y dispersión de partículas (anexar los archivos meteorológicos de modelización y aquellos utilizados para su generación y construcción). La estación meteorológica considerada, debe proveer información que cumpla con los estándares de calidad de acuerdo con lo especificado por el Ideam. Se deben justificar técnicamente los casos en los que se considera que las estaciones no son válidas para la comparación.

[204] Las medidas de manejo corresponden al conjunto de acciones, dispositivos, estrategias o sistemas orientados a prevenir, minimizar o mitigar los impactos ambientales generados por el proyecto. Entre ellas se incluyen los sistemas de control de emisiones, definidos por la Resolución 909 de 2008 como “el conjunto ordenado de equipos, elementos o maquinaria que se utilizan para el desarrollo de acciones destinadas al logro de resultados medibles y verificables de reducción o mejoramiento de las emisiones atmosféricas generadas en un proceso productivo”. Se aclara que las medidas señaladas en la normativa referenciada no son excluyentes, y que es posible plantear otras alternativas de minimización o mitigación, siempre que estén técnica y ambientalmente justificadas y contribuyan a la gestión efectiva de los impactos identificados.

- Cuando no exista información disponible de estaciones meteorológicas avaladas por el Ideam, la información meteorológica puede ser tomada de resultados de simulaciones con modelos meteorológicos (p. ej. Weather Research and Forecasting) siempre y cuando se garantice su representatividad espacial y temporal de acuerdo con las características del proyecto. Asimismo, la resolución espacial y temporal debe permitir evidenciar variaciones que influyan en la dispersión de contaminantes. Se debe realizar un análisis de validación de los resultados de este modelo, en función de información monitoreada por parte del Ideam o redes de Autoridades Ambientales en la zona cercana al proyecto.

  La información meteorológica que se utilice en los modelos de dispersión debe corresponder al periodo más crítico del fenómeno ENSO registrado en la última década, en el cual se haya incrementado la probabilidad de disminución de las precipitaciones. Esta condición permite evaluar el comportamiento del sistema bajo escenarios atmosféricos adversos, representativos de situaciones de mayor impacto potencial sobre la calidad del aire teniendo en cuenta que la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno tiende aumentar[205].

- Información topográfica o de herramientas virtuales del área modelizada que pueda influir en los resultados de la modelización (anexar los archivos topográficos o de herramientas virtuales ingresados al modelo).

- Localización de los lugares o sitios de interés (receptores) sobre los cuales se debe enfocar el análisis del impacto atmosférico, teniendo en cuenta especialmente las áreas pobladas (anexar la cartografía base utilizada en la determinación de centros poblados o receptores).

- Información disponible de monitoreo de la calidad del aire que permita determinar las concentraciones de fondo del dominio de modelización y sirvan como insumo para validar los resultados de las simulaciones realizadas para el escenario en particular.

- Informe de resultados de modelización: los resultados de la modelización deben ser reportados de manera concisa y clara. El desarrollo de la modelización debe indicar cuáles son los aportes de contaminación producto de las actividades del proyecto, en relación con las concentraciones de fondo y los aportes de las fuentes ajenas al

[205] El periodo más crítico puede identificarse con base en registros históricos oficiales del Ideam, el tablero de reporte de variabilidad climática de la ANLA o fuentes internacionales como NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

proyecto que tienen incidencia en la zona (por ejemplo, la vías del proyecto ya existentes que van a ser utilizadas en las distintas etapas, para las cuales se desarrolla el aforo vehicular de acuerdo con los lineamientos dados en el numeral 4.1.7.2), haciendo estimaciones de inmisión para las áreas de asentamientos humanos y zonas críticas identificadas. Por otra parte, la modelización debe permitir:

- Determinar las zonas de mayor incremento en la presencia de contaminantes de interés para cada uno de los escenarios del proyecto.

- Valorar la magnitud del impacto ocasionado por los procesos del proyecto, obra o actividad, sobre las condiciones de la calidad del aire en poblaciones potencialmente afectadas, teniendo en cuenta el marco normativo vigente (Resolución 2254 de 2017 o aquella que la modifique o sustituya).

- Establecer el aporte de contaminantes que realiza cada fuente o grupos de fuentes sobre la calidad del aire.

La estructura del informe debe incorporar el contenido señalado en la siguiente tabla:

Tabla 32. Estructura y contenido de resultados de la modelización de dispersión

Sección	Contenido
Objetivo de la modelización / simulación	• Descripción de la condición a simular a representar y las preguntas a responder.
Escenarios	• Descripción de los escenarios: propósito de cada escenario, fuentes de emisión correspondientes, receptores sensibles identificados, entre otros. • Contraste de escenarios: selección de alternativas, entre otros.
Modelo conceptual	• Características de las fuentes: número, tipo, ubicación, geometría, altura, entre otras. • Características de la emisión: contaminantes emitidos, tasas de emisión, factores de emisión, temperaturas, velocidades, entre otras. • Condiciones iniciales y de frontera: concentración de fondo, topografía, usos del suelo y coberturas. • Información meteorológica inicial (sondeos, superficie, salida de modelos mesoescala).
Descripción del modelo	• Modelo y justificación de los criterios usados para su selección, y de su capacidad para representar los escenarios planteados para el proyecto. • Configuraciones y parametrizaciones utilizadas

Sección	Contenido
Análisis de resultados	Para los escenarios simulados: • Valores simulados (presentados en tablas), estadísticos, gráficos, mapas, entre otros. Según sea relevante. • Análisis de las concentraciones simuladas en términos de la normativa aplicable. • Tablas con valores simulados para los principales receptores de interés para los diferentes escenarios simulados, discriminando además el aporte por tipo de fuente.
Conclusiones y recomendaciones	• Deben ser congruentes con el objetivo y las preguntas.
Referencias	• Referencias a trabajos citados.
Anexos electrónicos	• Archivos de entrada y salida, archivos de control y demás información necesaria para reproducir los resultados.

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

Para mejorar la calidad y representatividad de los resultados, los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos (partículas y gases), además de ser alimentados con el monitoreo ambiental que se realice para la caracterización del respectivo estudio ambiental, éstos pueden nutrirse de la información referente a monitoreos contenida en el modelo de almacenamiento geográfico (MAG) de los ICA o de las licencias ambientales otorgadas a proyectos aledaños; asimismo y en la medida de los posible, se debe hacer uso de la información oficial que las autoridades ambientales han dispuesto en sus herramientas de planificación, redes de monitoreo, estudios específicos, entre otras fuentes de datos e información.

Es importante destacar que para tiempos de exposición cortos (inferiores a 24 horas), los mapas de dispersión deben representar condiciones críticas dentro del periodo simulado.

La metodología de modelos de dispersión utilizada para parámetros generadores de olores ofensivos corresponde a la establecida mediante la Resolución 2087 de 2014, la cual adopta el Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos, o aquella norma que la modifique o sustituya.

6.8 PERMISO DE CAZA DE FOMENTO

Para solicitar el permiso de caza de fomento es necesario atender las directrices y requerimientos establecidos en la Ley 611 de 2000, el Decreto-Ley 2811 de 1974, el Decreto 1608 de 1978 (compilado en el Decreto 1076 de 2015), el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 1317 de 2000, así como los lineamientos que se señalan más adelante. En cualquier caso, es pertinente que de forma previa a la solicitud de este permiso se evalúe si es posible recurrir a ejemplares que hayan sido rehabilitados o que se encuentren en centros de fauna silvestre decomisada, con el fin de suplir con ellos el pie parental y de esta forma obviar la necesidad del permiso.

Considerando que de conformidad con el Decreto 1608 de 1978, compilado en el Decreto 1076 de 2015, la caza de fomento se entiende como *aquella que se realiza con el exclusivo propósito de adquirir individuos o especímenes de la fauna silvestre para el establecimiento de zoocriaderos o cotos de caza* y que, según lo establecido en el parágrafo 2 del artículo 2.2.2.3.2.3, la licencia ambiental para el establecimiento de zoocriaderos con fines comerciales *"contemplará las fases experimental y comercial. La fase experimental incluye las actividades de caza de fomento, construcción o instalación del zoocriadero y las actividades de investigación del proyecto"*, la caza de fomento se incluye en la licencia ambiental como una actividad para el establecimiento de zoocriaderos con fines comerciales, en concordancia con el artículo 2 de la Resolución 1317 de 2000, el cual señala que, cuando sea viable, se otorgará una licencia ambiental que incluya todas las actividades del zoocriadero, incluyendo la caza con fines de fomento.

En caso de que el área en la cual se busca desarrollar la actividad de caza de fomento se localice en la jurisdicción de una autoridad ambiental diferente a la jurisdicción de la autoridad competente para evaluar la licencia de establecimiento del zoocriadero con fines comerciales, es necesario solicitar el permiso de caza de fomento ante la autoridad ambiental con jurisdicción en el área de distribución del recurso de forma posterior a la obtención de la licencia para el establecimiento de zoocriaderos con fines comerciales.

En caso de requerir un permiso de caza de fomento para alguna de las especies listadas en los Apéndices CITES, se deben atender las recomendaciones de las entidades que fueron designadas mediante la Resolución 1317 de 2000 como autoridades científicas de Colombia ante dicha convención.

Para solicitar el permiso de caza de fomento en el marco de un EIA elaborado con el fin de obtener una licencia ambiental para un zoocriadero, se deben realizar las siguientes actividades:

6.8.1 Caracterización del área donde se pretende llevar a cabo la caza de fomento

Adicional a la información señalada en el numeral de caracterización ambiental, es necesario describir las principales amenazas a las especies objeto de caza en las áreas seleccionadas, en especial las señaladas en los reportes de tráfico ilegal de especies generados por las autoridades ambientales regionales. Asimismo, se debe mencionar cuán cerca se prevé ejecutar las actividades de caza de fomento de las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) señaladas en el numeral 4.4 de este capítulo o, si en efecto, se plantea desarrollarlas al interior de éstas.

6.8.2 Recopilación de información actual sobre las poblaciones naturales en el país

Se debe recopilar la siguiente información a partir de fuentes disponibles como revistas científicas, publicaciones de centros o institutos de investigación, estudios académicos o bases de datos especializadas:

- Biología de las especies respecto de sus estrategias reproductivas, tasas de crecimiento y natalidad y comportamientos sexuales.

- Ecología de las especies respecto de la estructura, dinámica y estado de sus poblaciones.

- Variables y parámetros ecológicos reportados para las especies (p. ej. frecuencias absolutas y relativas, proporción sexual, población de inmaduros).

- Caracterizaciones taxonómicas del mayor detalle taxonómico posible que permitan determinar complejos de especies o subespecies.

6.8.3 Elaboración del estudio para determinar la viabilidad biológica de la caza de fomento

Para elaborar este estudio se deben desarrollar los contenidos que se señalan a continuación, empleando información primaria y secundaria de al menos dos épocas climáticas y una réplica de éstas, a fin de contar con datos poblacionales suficientes y ajustados a la realidad espaciotemporal de las poblaciones de las especies objeto de caza. Es importante señalar que esta información también puede ser complementada con los aportes que surjan de los espacios de participación ejecutados con los grupos de interés.

- Información sobre la biología de las especies respecto de sus ciclos de vida y comportamientos sexuales.

- Duración fases del ciclo de vida.
- Longevidad adultos hembra y macho.
- Proporción sexual establecida mediante un método de sexaje adecuado y considerando que en algunas especies no hay dimorfismo sexual.
- Fecundidad media de las hembras.
- Comportamiento reproductivo de los adultos.
- Conducta sexual (monogamia, poligamia).
- Cantidad de parejas establecidas
- Patologías reproductivas.

- Información sobre la biología de las especies respecto de su dinámica poblacional, estimando como mínimo lo siguiente:
  - Parámetros demográficos de densidad poblacional.
  - Tasa de natalidad (porcentaje de éxito de eclosión de neonatos).
  - Tasa de mortalidad.
  - Tasa de inmigración.
  - Tasa de emigración.
  - Tasa intrínseca de crecimiento poblacional.
  - Tasa neta de recambio de la población.
  - Tiempo generacional.
- Información sobre la biología de las especies respecto de su estructura poblacional.
  - Tamaño meta-poblacional, distribución de área, uniformidad o agrupación, hábitats de encuentro de los ejemplares (estableciendo el patrón de distribución,

ya sea aleatorio, agregado o uniforme). Se debe realizar un análisis a partir de los valores que tome cada una de las variables.

- Abundancia absoluta y relativa.
- Estructura de edades de la población.
- Cantidad de posturas, nidadas, huevos, inmaduros, entre otras variables, según el grupo de interés de que se trate.
- Sobrevivencia por categorías de edades.

- Determinación de la capacidad de las poblaciones y de su hábitat para mantener su estabilidad frente al desarrollo de la actividad de caza de fomento. Con este propósito se deben ejecutar las siguientes acciones.

  - Evaluación de la representatividad estadística de las capturas en relación con las poblaciones y el área de posible ubicación de los ejemplares, o con los modelos de predicción de hábitat.
  - Determinación de la cantidad poblacional con relación al área y la ubicación de las poblaciones respecto a un territorio.
  - Desarrollo de un modelo poblacional que incluya la estructura de edades, parámetros de sobrevivencia, reproducción y tasas de recambio neto de la población, con el fin de establecer si la población se encuentra en aumento, estabilización o reducción.
  - Justificación de la cantidad de especímenes de cada especie que se solicita cazar para conformar el pie parental, así como su proporción por sexo y edad.
  - Definición de la periodicidad de extracción de ejemplares que es poblacionalmente viable, teniendo en cuenta el tipo de zoocriadero que se establecerá (ciclo cerrado, abierto o mixto).
  - Formulación de modelos ecológicos que permitan evaluar la viabilidad de ejecución de las actividades de caza de fomento propuestas.

Dado que cada ecosistema tiene características bióticas y abióticas únicas, se deben incorporar variables ecosistémicas complementarias y realizar análisis locales sobre la biología de las especies objetivo en caso de que la información sobre sus ciclos de vida, comportamientos sexuales y estructura y dinámica poblacional no sea suficiente para

determinar la capacidad de sus poblaciones y de sus hábitats para soportar el desarrollo de actividades de caza de fomento.

Asimismo, se deben desarrollar información geográfica que señale la distribución potencial y la distribución real de las especies objeto del permiso de caza de fomento. La información geográfica sobre la distribución potencial debe elaborase mediante un análisis espacial que relacione las preferencias de las especies objeto de captura con variables climáticas como precipitación, humedad, temperatura máxima y mínima e intensidad lumínica y, la información geográfica sobre la distribución real de tales especies debe desarrollarse a partir de los resultados de los estudios poblacionales y de registros biológicos existentes en sistemas de información oficial. Esta información geográfica debe presentarse de acuerdo con la estructura establecida en el MAG.

Si para la elaboración del estudio para determinar la viabilidad biológica de la caza de fomento resulta necesario recolectar especímenes de especies silvestres, se debe tramitar el permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales, de acuerdo con lo establecido en la Sección 2, Capítulo 9, Título 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, o aquella norma que lo modifique o sustituya. En este caso, con el fin de adelantar las acciones de recolección o captura de especímenes fomento, es necesario lo siguiente:

- Especificar los objetivos y alcances de la captura de los ejemplares para el estudio poblacional.

- Estructurar el método y la representatividad de los muestreos, en unidades y esfuerzos de muestreo, tanto de encuentro como de registros poblacionales. Si resulta pertinente, es posible emplear técnicas de marcaje o anillamiento de individuos para obtener información de ejemplares individuales.

- Realizar el muestreo contemplando diferentes sitios y periodos climáticos o temporales, a fin de asegurar su representatividad y así tener certeza del comportamiento de las poblaciones. Los datos deben ser registrados en tablas que evidencien la información referida a cada individuo de las especies de interés.

- Socializar el esfuerzo de muestreo con cada uno de los miembros del equipo que realizará las capturas y especificar si las búsquedas de los diferentes colectores se localizan en las mismas o en diferentes unidades de muestreo. El esfuerzo de muestreo debe estar respaldado por curvas de acumulación, análisis de captura/recaptura y otros análisis estadísticos que demuestren la suficiencia del muestreo.

- Establecer métodos de encuentro o reporte de nidos, huevos, polluelos, juveniles o inmaduros, según el grupo de fauna de interés.

- Considerar la posible sub o sobrestimación de los ejemplares de acuerdo con la proporción sexual de cada especie. En este sentido, se debe realizar el marcaje o anillamiento de individuos y obtener información sobre el sexo de éstos con el fin de determinar el efecto que tendrá la captura durante las actividades de caza, así como de garantizar la independencia de los datos y evitar el registro de ejemplares "repetidos".

- Especificar si las especies presentan monogamia, y en caso tal, establecer acciones que eviten la separación de parejas establecidas. La cantidad de parejas establecidas debe ser registrada como un parámetro dentro de los estudios poblacionales, con el propósito de brindar un criterio adicional que complemente la estimación del impacto de la caza de fomento en las poblaciones naturales.

- Garantizar la liberación de los individuos colectados en campo exactamente en el mismo lugar de captura en el sentido micro espacial; por ello, todo evento de colecta de individuos durante el estudio poblacional debe registrarse fotográficamente y con GPS. Los metadatos de la fotografía deben incluir los datos espaciales.

- Presentar la información espacial, incluidos los registros biológicos de colectas de individuos y de las estaciones de muestreo en tablas de datos estandarizadas. La información cartográfica debe incluir los puntos de muestreo y las tablas de atributos asociadas a cada registro, de acuerdo con los parámetros establecidos en la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya.

- Publicar a través del SiB Colombia toda la información de colecta de individuos, incluyendo los conteos realizados, las especies identificadas, las localidades de colecta, las coordenadas registradas y demás información solicitada en el aplicativo de dicho sistema.

6.8.4 Determinación de las especies y cantidad de especímenes que compondrán la población parental

A partir de los resultados del estudio para determinar la viabilidad biológica de las actividades de caza de fomento, se debe establecer tanto las especies, como la cantidad de especímenes destinada a componer la población parental para las cuales se solicita el permiso de caza de fomento.

6.8.5 Descripción de los sistemas de selección de especímenes, de caza y de captura a emplear, señalando la época de ejecución de estas labores

La descripción de las actividades asociadas a la caza de fomento debe especificar las técnicas a emplear para seleccionar y capturar los individuos, así como acompañarse de un cronograma detallado que señale el periodo de tiempo estimado de ejecución de cada actividad y la cantidad de individuos a ser capturados para cada una de las especies objeto de caza. Dicho cronograma debe ser presentado en formato Gantt en escala semanal.

La descripción de las actividades de caza de fomento debe referirse también a los sistemas de transporte a emplear, mencionando detalladamente cómo se prevé el transporte de los especímenes desde el lugar de captura hasta el lugar de experimentación o hasta el zoocriadero.

Asimismo, las actividades de caza de fomento deben considerar las medidas de bienestar animal señaladas más adelante con el fin de garantizar la calidad de vida de los animales.

- Acceso permanente a una cantidad apropiada de agua fresca y a una dieta saludable.

- Aseguramiento de espacios limpios y confortables en los que los animales no sufran frío o calor, o permanezcan en condiciones insalubres.

- Acceso a la salud. En este sentido, debe haber disponibilidad de un veterinario para efectuar chequeos, diagnósticos y tratamientos, si fuera necesario, procurando que tales actividades se realicen mitigando el dolor de los animales.

- Aseguramiento de suficiente espacio en su hábitat o en instalaciones adecuadas y compañía de individuos de la misma especie para actuar según su naturaleza.

- Aseguramiento de condiciones que le provean un ámbito saludable y tranquilo, y evitando cualquier tipo de sufrimiento mental.

6.8.6 Delimitación de los lugares en los que se propone capturar los especímenes para los cuales se solicita el permiso

Las áreas en las que se prevé capturar los especímenes objeto del permiso deben delimitarse a partir de los resultados del estudio para determinar la viabilidad biológica de la caza de fomento, especialmente de la información geográfica sobre la distribución potencial y sobre la distribución real de las especies objeto del permiso. La información geográfica relativa a las áreas de caza de fomento se debe presentar de acuerdo con la estructura establecida en el MAG.

Esta información geográfica se debe acompañar de una tabla que señale las especies, la cantidad de individuos a ser colectados y la autoridad ambiental con jurisdicción en cada una de las localidades en las que se prevé ejecutar la caza de fomento. Asimismo, se deben mencionar las coordenadas que enmarcan dichas áreas de captura.

Finalmente, se debe recordar que la información que se genera para solicitar el permiso de caza de fomento, fundamentalmente la referida a la caracterización, al estudio de viabilidad biológica, a la descripción de las actividades de caza y a la delimitación de los lugares en los que se planea ejecutar tales actividades, deben emplearse en el numeral de evaluación ambiental de este capítulo (7) con el fin de asegurar que los impactos ambientales significativos que resulten de estas actividades se empleen para delimitar el área de influencia.

En este sentido, se debe tener en cuenta que la caza de fomento además de generar impactos inmediatos sobre una especie al remover individuos de sus poblaciones naturales genera impactos sobre otras especies de fauna y flora y sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos, especialmente sobre aquellos ambientalmente críticos, sensibles y de importancia ecológica y ambiental. Por ello, es necesario basarse en las cadenas tróficas y en las relaciones de dependencia directa o indirecta que existen entre las especies objeto de caza y otras especies de fauna y flora, para determinar y valorar los impactos ambientales de esta actividad.

7. EVALUACIÓN AMBIENTAL

Este numeral del EIA tiene como propósito evaluar los impactos ambientales que podría generar un proyecto, obra o actividad, es decir, evaluar los cambios que sufriría un conjunto de parámetros ambientales (cualitativos o cuantitativos) entre dos escenarios diferentes, uno en el que no se desarrolla el proyecto, obra o actividad y otro en el que sí. Mediante este ejercicio de predicción de las repercusiones ambientales se genera conocimiento para la toma de decisiones, ya sea de quienes formulan un proyecto, obra o actividad, o de la autoridad que evalúa su viabilidad ambiental.

En la medida en que la evaluación ambiental permite prever cuáles son los impactos y cómo modificarían las condiciones ambientales, el formulador de un proyecto, obra o actividad, puede utilizar esta información para replantear tanto su ubicación o trazado, como sus características de ingeniería, tecnología y diseño a fin de que su propuesta genere menos impactos o de que éstos modifiquen en menor medida las condiciones ambientales, especialmente, las de las áreas de especial interés ambiental.

La evaluación ambiental brinda información que permite disminuciones importantes en los costos de un proyecto, obra o actividad, pues un proyecto concebido con un óptimo desempeño ambiental, además de tener un área de influencia más pequeña o ubicada en

áreas poco sensibles, requerirá de un manejo menos intensivo y complejo, y seguramente, de una menor cantidad de solicitudes de permisos o autorizaciones ambientales.

En este mismo sentido, la evaluación ambiental es esencial para el proceso de elaboración del estudio ambiental, pues es mediante la información que en ella se genera, que es posible formular medidas de manejo que prevengan, mitiguen, corrijan y compensen de forma eficaz los impactos que generaría la ejecución de un proyecto, obra o actividad, así como delimitar su área de influencia (al determinar los impactos ambientales significativos), entre otras acciones que aseguran el cumplimiento de los propósitos de la licencia ambiental como instrumento de manejo y control.

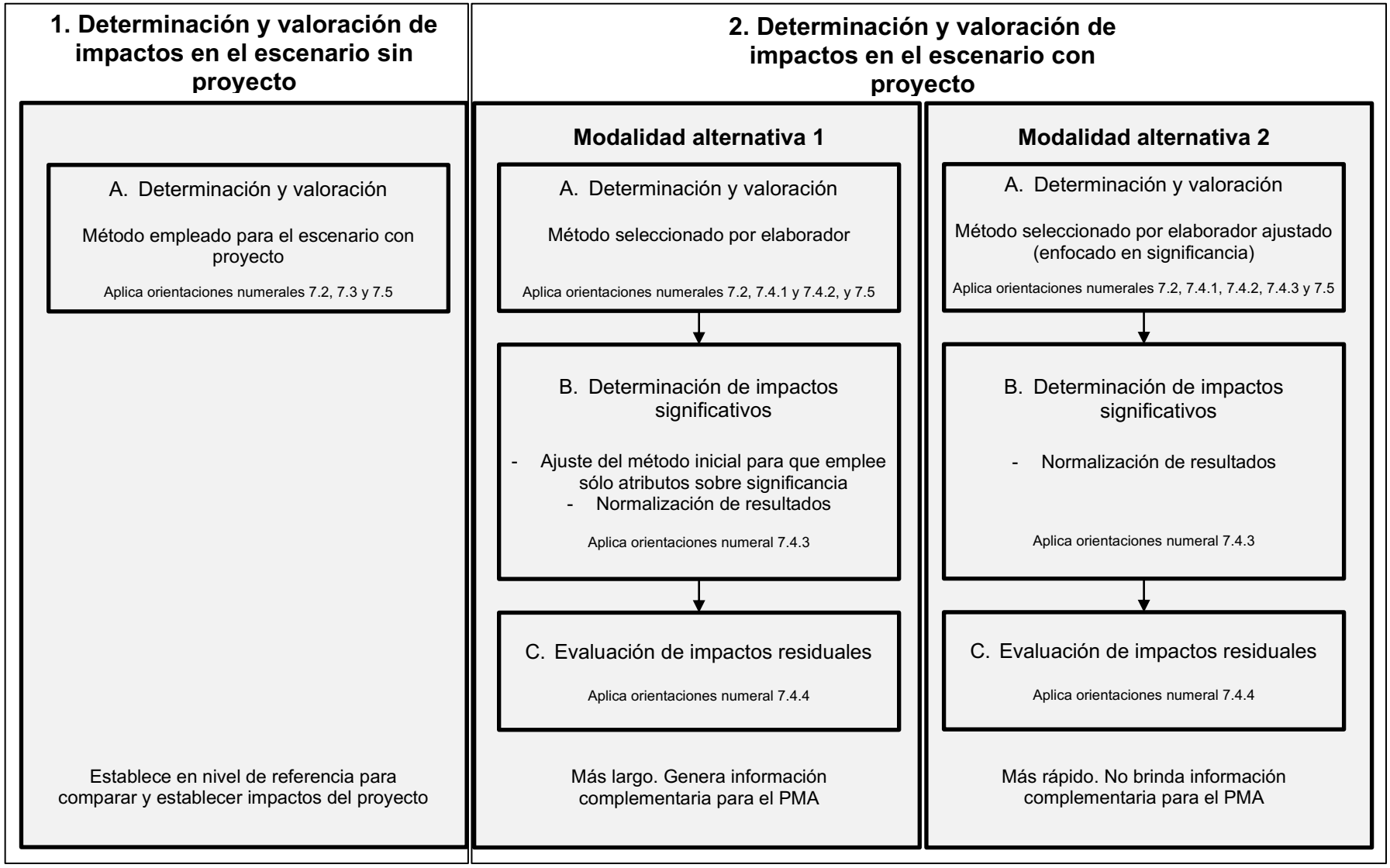
Los lineamientos sobre la evaluación ambiental se dividen en cinco secciones. La primera de ellas señala el procedimiento general que se debe seguir para desarrollar la evaluación ambiental; la segunda ofrece lineamientos y reglas generales que aplican tanto a la evaluación ambiental del escenario sin proyecto, como a la evaluación ambiental del escenario con proyecto; la tercera y cuarta establecen orientaciones y procedimientos específicos para el escenario sin proyecto y para el escenario con proyecto, respectivamente y; la quinta brinda orientaciones para desarrollar modelos de algunos de los escenarios prospectivos empleados en la evaluación ambiental.

7.1 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

El procedimiento general de la evaluación ambiental comprende la evaluación del escenario sin proyecto, la evaluación del escenario con proyecto y la comparación entre ambos escenarios para determinar los cambios ambientales entre uno y otro; la evaluación del escenario con proyecto y la comparación entre escenarios se realiza simultáneamente a fin de abreviar el procedimiento. Además de señalar el procedimiento general de la evaluación ambiental (ver Figura 16 y numerales 7.1.1 y 7.1.2), este numeral menciona en qué apartado de este capítulo (III) se encuentran las orientaciones necesarias para su desarrollo[206].

[206] El orden de los numerales que contienen los lineamientos para la evaluación ambiental en la MGEPEA no define necesariamente el orden en el que se debe proceder para al formular un estudio ambiental.

Figura 16. Procedimiento general para la evaluación ambiental



7.1.1 Determinación y valoración de los impactos ambientales para el escenario sin proyecto.

Esta es la primera acción del procedimiento de la evaluación ambiental, debe emplear el mismo método que se utilice para desarrollar la evaluación del escenario con proyecto y, para desarrollarla, se deben atender las orientaciones señaladas en los siguientes numerales:

- Numeral 7.2. Orientaciones generales para la evaluación ambiental;
- Numeral 7.3. Orientaciones específicas para el escenario sin proyecto;
- Numeral 7.5. Orientaciones sobre escenarios prospectivos, cuando sean aplicables.

7.1.2 Determinación y valoración de los impactos ambientales para el escenario con proyecto.

Esta es la segunda acción del procedimiento de la evaluación ambiental. Para cumplir con los propósitos y normas sobre licenciamiento ambiental, la determinación y valoración de impactos del escenario con proyecto debe desarrollarse mediante cualquiera de las dos modalidades alternativas que se enuncian a continuación:

7.1.2.1 Modalidad alternativa 1

Consiste en:

A. Determinar y valorar los impactos ambientales empleando el método seleccionado por el elaborador del estudio y aplicando las orientaciones señaladas en los numerales 7.2, 7.4.1 y 7.4.2 y en el numeral 7.5, cuando apliquen.

B. Determinar los impactos ambientales significativos empleando el método establecido en el numeral 7.4.3 a fin de brindar insumos para la delimitación del área de influencia y la evaluación económica ambiental. En este caso, se debe: i) ajustar el método de evaluación seleccionado por elaborador del estudio con el fin de asegurar que los impactos se evalúen únicamente mediante procedimientos o atributos enfocados en la significancia de los impactos y; ii) normalizar los resultados de la evaluación del método ajustado. Las orientaciones para desarrollar ambos procedimientos se detallan en el numeral 7.4.3.

C. Evaluar los impactos ambientales residuales que son acumulativos o que son sinérgicos empleando las orientaciones establecidas en el numeral 7.4.4. Esta

evaluación busca que, en la medida de lo posible, se ajusten algunas medidas de manejo y se mejore el desempeño ambiental del proyecto.

Dado que la modalidad alternativa 1 se aplica cuando el método seleccionado por el elaborador de estudio ambiental incorpora atributos o procedimientos complementarios a los atributos o procedimientos relativos a la significancia de los impactos, es posible generar información complementaria sobre las características de los impactos que es útil para formular medidas de manejo efectivas, así como para planear su implementación y procurar que su aplicación sea coordinada espacial y temporalmente.

El desarrollo de estas tres actividades de evaluación (A. evaluación inicial, B. determinación de impactos significativos y C. evaluación de impactos residuales) no implica necesariamente tres procedimientos aislados; es posible abordarlas simultáneamente mediante un solo procedimiento que, en cada caso, emplee la información que se requiere.

Por ejemplo, es posible ordenar toda la información requerida para las tres actividades en una misma matriz que diferencie los atributos/procedimientos y resultados referidos a: i) la significancia de los impactos, ii) a los elementos complementarios y iii) a la acumulación o sinergia de los impactos (ver como referencia la Tabla 33).

Tabla 33. Ejemplo de matriz para organizar información de evaluación de impactos

Impacto	Atributos o procedimientos relativos a significancia de los impactos				Atributos o procedimientos complementarios				Atributos o procedimientos relativos a los I. residuales		
	A. 1	**A. 2**	**A. 3**	**S**	**A. 4**	**A. 5**	**A. 6**	**S + C**	**A. 7**	**A. 8**	**R**
Impacto 1	I_1A_1	I_1A_2	I_1A_3	S I_1	I_1A_4	I_1A_5	I_1A_6	S+ C I_1	I_1A_7	I_1A_8	S+ C+ R I_1
Impacto 2	I_2A_1	I_2A_2	I_2A_3	S I_2	I_2A_4	I_2A_5	I_2A_6	S+ C I_2	I_2A_7	I_2A_8	S+ C+ R I_2
Impacto n	I_nA_1	I_nA_2	I_nA_3	S I_n	I_nA_4	I_nA_5	I_nA_6	S+ C I_n	I_nA_7	I_nA_8	S+ C+ R I_n

Esta es una tabla de referencia que busca ilustrar la forma en que se pueden ordenar los datos; así, es posible analizar los impactos según cada atributo o procedimiento y hallar resultados de forma independiente o agregada según se requiera. Por ejemplo, es posible analizar el impacto 1 y hallar un resultado al aplicar los atributos sobre significancia, hallar un resultado que contemple a la vez los atributos/procedimientos sobre significancia y los complementarios y, hallar un resultado que contemple la totalidad de atributos/procedimientos (significancia, complementarios y de impactos residuales).

Lógicamente, las columnas relativas a los impactos residuales deben estar vacías para los impactos ambientales que no se seleccionen para este análisis (ver numeral 7.4.4). Si se consideraron *atributos/procedimientos complementarios* relativos a la acumulación y la sinergia, éstos pueden emplearse para *valorar la acumulación y la sinergia de los impactos residuales* sólo cuando se verifique que la ejecución de medidas de manejo no genera dinámicas y comportamientos de acumulación y sinergia diferentes.

7.1.2.2 Modalidad alternativa 2

Consiste en:

A. Determinar y valorar los impactos ambientales empleando un método que contemple únicamente procedimientos o atributos enfocados en la significancia de los impactos y aplicando las orientaciones señaladas en los numerales 7.2, 7.4.1 y 7.4.2 y en el numeral 7.5, cuando apliquen.

   En este caso el elaborador del estudio puede utilizar cualquier método, pero debe ajustarlo para que éste contemple únicamente procedimientos o atributos enfocados en la significancia de los impactos (el numeral 7.4.3 señala qué tipo de atributos o atributos no deben usarse).

B. Determinar los impactos ambientales significativos empleando el método establecido en el numeral 7.4.3 a fin de brindar insumos para la delimitación del área de influencia y la evaluación económica ambiental. En este caso, solamente se deben normalizar los resultados del método de evaluación.

C. Evaluar los impactos ambientales residuales que son acumulativos o que son sinérgicos empleando las orientaciones establecidas en el numeral 7.4.4. Esta evaluación busca que, en la medida de lo posible, se ajusten algunas medidas de manejo y se mejore el desempeño ambiental del proyecto.

Si bien la modalidad alternativa 2 contempla el ajuste del método de evaluación de impactos desde el comienzo y es más breve al obviar algunos atributos o procedimientos, no brinda la posibilidad de estudiar los impactos desde otras perspectivas que son útiles para la formulación del plan de manejo ambiental.

En este caso, es posible analizar y ordenar la información en una tabla similar a la Tabla 33 que no incluya las columnas relativas a los atributos/procedimientos complementarios de evaluación.

7.2 LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

La evaluación ambiental implica la determinación y valoración de los impactos ambientales en el escenario sin proyecto y en el escenario con proyecto. A continuación, se establecen las orientaciones que son comunes a ambos escenarios y que, por tanto, deben emplearse para evaluarlos.

7.2.1 Determinación de impactos ambientales

La primera actividad de la evaluación ambiental consiste en determinar qué impactos ambientales van a ocurrir en dos escenarios futuros, uno en el que las condiciones ambientales evolucionan sin la influencia del proyecto, obra o actividad propuesto, y otro en el que las condiciones ambientales de los medios, los servicios ecosistémicos y el paisaje sí se ven modificadas por la influencia del proyecto, obra o actividad.

Con el propósito de determinar los impactos ambientales para los escenarios sin proyecto y con proyecto es posible hacer uso de las herramientas que se emplean habitualmente con este fin en los métodos de evaluación ambiental, entre ellas, las listas de chequeo, diagramas de flujo, matrices causa-efecto[207] o consultas a expertos; asimismo, es posible utilizar el concepto de *impacto ambiental potencial*[208] de forma complementaria a estas herramientas con el fin de abordar la primera aproximación a la determinación de los impactos ambientales y consecuentemente, la delimitación del área de influencia en su fase preliminar.

Así, la determinación puede iniciar identificando los *impactos ambientales potenciales* del proyecto, obra o actividad, es decir, los impactos que generaría de manera inevitable independientemente de su lugar de ejecución, para luego afinar el análisis con las herramientas antes mencionadas, o con otras que sean apropiadas para conocer de forma precisa, según las condiciones particulares del área de influencia, qué impactos generan los proyectos y actividades presentes en el área de influencia y aquellos que se generarían por el proyecto en formulación, contemplando en ambos casos, escenarios previsibles de cambio climático; con este propósito, se deben tener en cuenta los escenarios de variabilidad y cambio climático que se desarrollen en el marco del Plan de gestión de cambio climático (numeral 10.7.3.1 de este capítulo), por ejemplo, los generados para los componentes hidrológico e hidrogeológico y para el medio biótico.

---

[207] Mediante las cuales es posible evidenciar, por ejemplo, que algunos impactos ambientales sobre el medio socioeconómico pueden ser consecuencia de impactos ambientales generados por las actividades del proyecto en los medios abiótico y biótico; así, un impacto a la calidad del agua puede generar impactos a la biota y éstos, a su vez, a las condiciones socioeconómicas. Los resultados de la caracterización de los servicios ecosistémicos, al denotar las relaciones que existen entre los elementos del ambiente, facilitan la determinación de relaciones causa-efecto y de cadenas de impactos generadas por las actividades humanas.

[208] El impacto ambiental potencial estima la capacidad que tiene un proyecto, obra o actividad, de generar impactos ambientales sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico debido a sus características intrínsecas, siendo posible evaluarlo con base en actividades previas o que se encuentran en operación. Minambiente pone a disposición de los elaboradores de estudios ambientales la *Calificación de los impactos ambientales potenciales de los proyectos, obras o actividades sujetos a licenciamiento ambiental*; este documento está disponible en la página Web de Minambiente. https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/otras-herramientas-tecnicas/. Si este documento es tomado como referencia, se debe señalar en el estudio ambiental la fecha en la cual se descargó de Internet.

Los impactos ambientales que se determinen, idealmente, deben corresponder a un parámetro ambiental cuantitativo o cualitativo, por lo cual, para seleccionar los parámetros que mejor describan los impactos del caso en evaluación, conviene revisar documentos especializados sobre los impactos que pueden ocurrir en los factores del ambiente y sus parámetros asociados, los términos de referencia aplicables al proyecto, obra o actividad para el que se elabora el estudio ambiental, así como las versiones más actualizadas del *Listado de impactos ambientales específicos que pueden resultar de los proyectos obras, o actividades sujetos a licenciamiento ambiental* y del *Banco de indicadores para el proceso de licenciamiento ambiental*[209].

Es importante que la determinación de impactos ambientales del escenario sin proyecto se acote a los impactos que puede generar el proyecto, obra o actividad objeto de evaluación; lo anterior, para brindar una base de comparación que permita evidenciar el cambio ambiental ocasionado exclusivamente por el proyecto de interés. Por ejemplo, si la ejecución del proyecto propuesto no genera impactos sobre los cuerpos de agua, no es necesario que la determinación de impactos ambientales del escenario sin proyecto contemple los impactos que las actividades y proyectos presentes en el área de influencia generan sobre dicho elemento del ambiente.

La denominación de los impactos ambientales determinados debe tomar como referencia los nombres que se establecen en el listado de impactos ambientales específicos. En caso de que dicho listado no mencione el impacto de interés, éste debe ser denominado de acuerdo con los siguientes lineamientos:

i) Denotar cómo cambia el parámetro asociado al impacto. En algunas oportunidades es posible establecer el sentido de cambio, por ejemplo, *disminución* o *aumento,* o bien, *deterioro* o *mejora*; cuando el sentido del cambio del parámetro ambiental no puede ser determinado, el nombre del impacto debe iniciar con la palabra *cambio*, o con cualquier otra que evidencie cómo se modifica el parámetro de interés con la ejecución del proyecto.

ii) Mencionar el parámetro ambiental al cual se refiere el impacto.

iii) Unir ambos elementos. Por ejemplo, *Incremento de la concentración de acidez total*; *Cambio en las geoformas*; *Disminución de la biomasa vegetal*; *Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje* o *Desincentivo a los sistemas productivos tradicionales*.

[209] Tanto el Listado de impactos ambientales específicos como el Banco de indicadores son documentos que se encuentran disponibles en: https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/otras-herramientas-tecnicas/. Si estos documentos son tomados como referencia, es necesario señalar en el estudio ambiental la fecha en la cual fueron descargados de Internet.

Una vez se determinen y denominen los impactos ambientales de cada escenario, éstos deben ser clasificados en alguna de las categorías estandarizadas de impactos ambientales de acuerdo con la información y definiciones presentadas en la *Tabla de categorías estandarizadas de impactos ambientales* publicada en la página Web de Minambiente[210]; dado que esta tabla tiene un carácter dinámico, es necesario mencionar en el estudio ambiental la versión empleada para clasificar los impactos ambientales. Si uno o más impactos determinados no pueden ser asociados a alguna de las categorías de dicha tabla, es necesario plantear nuevas categorías en las cuales se puedan clasificar, así como establecer sus definiciones y justificar la necesidad de su inclusión.

El objetivo de denominar impactos empleando parámetros y de clasificarlos de forma estandarizada, es dar total coherencia al proceso de licenciamiento ambiental, de manera que los parámetros a los cuales se refieren los impactos correspondan con la caracterización ambiental, tengan relación directa con las medidas que se formulen para su manejo, sean fácilmente identificados e interpretados en el proceso de evaluación de los estudios que le corresponde a las autoridades ambientales, y permitan que el monitoreo y seguimiento a las condiciones ambientales y a las medidas de manejo durante la ejecución del proyecto, obra o actividad (si se concede la licencia) se desarrolle de forma consistente con la línea base.

Sólo se deben establecer los impactos ambientales específicos si ello es necesario para formular medidas de manejo eficaces; si en una categoría ocurre más de un impacto ambiental específico y todos ellos pueden ser manejados mediante la misma medida, no hace falta señalar cuáles son los impactos ambientales específicos ni tampoco valorarlos de forma independiente, en ese caso, basta con determinar y valorar la categoría estandarizada. No obstante, procedimentalmente es conveniente determinar todos los impactos ambientales específicos que ocurren para establecer, si pueden o no, ser manejados mediante la misma medida.

Es fundamental tener en cuenta la información sobre relaciones y cadenas causales asociadas a los servicios ecosistémicos para determinar qué impactos ambientales se generarían con la ejecución del proyecto, teniendo presente que muchos de sus impactos pueden alterar tanto a las estructuras y funciones relacionadas con los servicios ecosistémicos (p. ej. bosques, plantas silvestres, cuerpos de agua), como a los servicios ecosistémicos en sí (p. ej. provisión de madera, provisión de alimentos o medicinas, provisión de agua).

En este sentido, se deben incorporar a la evaluación ambiental los impactos ambientales que generaría la ejecución del proyecto sobre estructuras y funciones que no están asociadas a servicios ecosistémicos (beneficios) para las comunidades del área objeto de

[210] Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/otras-herramientas-tecnicas/. Se debe señalar en el estudio ambiental la fecha en la cual se consultó esta tabla.

estudio, así como los impactos ambientales sobre los servicios ecosistémicos. Por ejemplo, es posible que la ejecución de un proyecto genere impactos a estructuras y funciones como *disminución de la superficie con vegetación secundaria* o *retención de sedimentos y filtrado* que no implican servicios ecosistémicos y que, a la vez, ocasione impactos sobre servicios ecosistémicos como *disminución de la provisión de agua* o *cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje*.

Cuando hay un impacto ambiental a un servicio ecosistémico, no es necesario considerar el impacto ambiental sobre las estructuras o las funciones que lo soportan de manera independiente siempre y cuando, una medida de manejo para el impacto ambiental al servicio ecosistémico permita manejar también el impacto a la estructura o función; si no es así, debe incluirse el impacto ambiental al servicio ecosistémico y, también, el impacto a la estructura o función que lo sustenta.

Así, para determinar los impactos del proyecto desde la perspectiva de los servicios ecosistémicos, es posible desarrollar el siguiente procedimiento: i) determinar los impactos ambientales que se generarían con la ejecución del proyecto a las estructuras y funciones de los ecosistemas; ii) determinar qué impactos a los servicios ecosistémicos se derivan de los impactos a las estructuras y funciones y; iii) descartar impactos a estructuras y funciones que puedan ser manejados con las medidas de manejo de los servicios ecosistémicos que soportan.

Por otra parte, es necesario que la determinación de impactos ambientales se realice desde una perspectiva geográfica, de forma que sea posible determinar espacialmente cómo el proyecto altera las condiciones de las unidades de análisis de los factores o componentes ambientales; si se considera pertinente, es posible simplificar el proceso asumiendo como unidad mínima al factor o al componente en su totalidad y no, a cada una de sus unidades de análisis. Esta información es requerida para abordar otros numerales del EIA que se relacionan estrechamente con la evaluación ambiental, por ejemplo, los de delimitación del área de influencia, caracterización ambiental, zonificación ambiental y zonificación de manejo ambiental.

En síntesis, el proceso de determinación de impactos ambientales consiste en lo siguiente: i) determinar los impactos ambientales negativos de los escenarios sin y con proyecto aludiendo idealmente a parámetros ambientales y procurando que esta determinación se realice desde una perspectiva espacial y; ii) clasificar los impactos determinados en alguna de las categorías estandarizadas de impactos que ha fijado Minambiente. Para desarrollar este proceso se deben emplear diferentes fuentes de información y herramientas; por ejemplo, la literatura especializada, los términos de referencia, las versiones más actualizadas del *Listado de impactos ambientales específicos* y del *Banco de indicadores para el proceso de licenciamiento ambiental* desarrollados por Minambiente, así como de la herramienta *Estandarización y*

jerarquización de impactos ambientales de proyectos licenciados por ANLA [211] y software de procesamiento geoespacial.

7.2.2 Valoración de impactos ambientales

Este proceso consiste en asignar valores cuantitativos o cualitativos, positivos o negativos, a todos los impactos que se determinen en función del grado con el cual pueden modificar las condiciones ambientales del área objeto de análisis.

La valoración del escenario sin proyecto se basa en un análisis tendencial de las condiciones ambientales de línea base. Por su parte, la valoración del escenario con proyecto implica conjugar la información de línea base sobre las condiciones ambientales de la caracterización del área de influencia y de la zonificación ambiental, con la información que describe las particularidades de ubicación, tecnología y diseño, uso, aprovechamiento y afectación a los recursos naturales, entre otras propiedades del proyecto, obra o actividad, a fin de establecer cómo, dónde y en qué medida se modificarían las condiciones ambientales con su ejecución.

Tanto la valoración del escenario con proyecto, como la del escenario sin proyecto, debe considerar la forma en que el cambio climático modifica la significancia de los impactos asumiendo, según las particularidades del proyecto, uno de los escenarios prospectivos de cambio de acuerdo con los resultados del numeral 10.7.3.1[212]. La variación en la significancia de los impactos en razón al cambio climático se refiere a todo tipo de impactos, inclusive los acumulativos, los sinérgicos y los indirectos; por ejemplo, la modificación del clima puede hacer que los impactos indirectos a los medios de vida de la población, luego de la ocurrencia de impactos a la calidad del recurso hídrico o del desarrollo de actividades de reasentamiento involuntario, tengan mayor significancia que en un contexto con clima estable.

Para valorar el grado de modificación de las condiciones ambientales de cada impacto se debe considerar uno o múltiples criterios[213] que sean aplicables al parámetro ambiental que

[211] Esta herramienta permite identificar las categorías estandarizadas de impactos a considerar a partir del tipo de proyecto, obra o actividad; en razón a que tiene un carácter dinámico, es necesario mencionar en el estudio ambiental la versión de la herramienta que se empleó para identificar las categorías estandarizadas. Disponible en: https://www.anla.gov.co.

[212] Esto no implica generar escenarios de cambio climático adicionales, sino emplear los escenarios prospectivos de cambio climático ya desarrollados, particularmente los basados en variables como precipitación y temperatura (por ejemplo, los generados para los componentes hidrológico e hidrogeológico y el medio biótico), con el fin de prever cómo pueden modificar la significancia de los impactos ambientales generados tanto por las actividades humanas descritas en la línea base, como los que ocurrirían de ejecutarse el proyecto.

[213] Un criterio es una regla o norma conforme a la cual se establece un juicio o se toma una determinación sobre un tema en particular, en este caso, sobre el grado de modificación de las condiciones ambientales que puede generar un proyecto.

sería alterado con la ejecución del proyecto; en este sentido, es importante seleccionar adecuadamente los criterios para evaluar con mayor apego a la realidad los impactos, especialmente cuando éstos se manifiestan en AEIA.

La valoración de impactos puede emplear criterios como: límites permisibles de los contaminantes que define la normativa ambiental vigente[214]; sensibilidad ambiental y capacidad de asimilación de los elementos ambientales que son impactados; consecuencias sobre especies y ecosistemas amenazados; repercusiones sobre especies endémicas o con distribución restringida; cambios sobre la composición y estructura de los ecosistemas que puedan resultar irreversibles; consecuencias en los sistemas sociales, producción económica y sitios de especial importancia para las tradiciones y la cultura; relación entre los servicios ecosistémicos impactados y los derechos humanos interdependientes al derecho a gozar de un ambiente sano y; relaciones causales entre actividades del proyecto e impactos, o entre impactos y otros impactos.

Al emplear como criterio de valoración las relaciones causales entre actividades e impactos y, entre impactos y otros impactos, es importante retomar la información de la caracterización de los servicios ecosistémicos para evidenciar más fácilmente dichas relaciones causales y valorar de manera más sencilla los impactos.

Al aplicar los criterios mencionados previamente, u otros que se consideren pertinentes, es necesario evaluar cómo se manifiesta cada impacto en el tiempo y en el espacio, con el fin de que la valoración se refiera al momento y al lugar en el que alcanzaría su máxima capacidad de generar cambios, así como de plantear, en el plan de manejo ambiental, medidas efectivas para tal situación. Con este propósito es útil desarrollar análisis espaciales, gráficas u otros procedimientos que estimen de forma cuantitativa, de ser posible, el comportamiento del impacto en el tiempo y el espacio.

La valoración de los impactos en el ámbito espacial puede desarrollarse detalladamente empleando las unidades de análisis de los factores o componentes ambientales, o bien, de forma más simplificada utilizando el factor o el componente en su totalidad como unidad mínima; en este último caso, se debe adjudicar la valoración más crítica del impacto que pueda ocurrir en toda la superficie del factor o el componente. Se deben describir las consideraciones empleadas para establecer la ubicación espacial de cada uno de los impactos ambientales negativos valorados.

En razón a que los impactos tienen diferentes propiedades que los caracterizan y a que varían de acuerdo con la gran multiplicidad de condiciones ambientales que ocurren en el país, es posible hacer uso de cualquier método de valoración de impactos, sea este uno

[214] En caso de no existir regulación nacional para algún parámetro, se pueden emplear como *referencia* los estándares, valores límite o criterios de normativas internacionales.

definido en el ámbito académico, de investigación o de ejecución de proyectos sectoriales, o bien, uno desarrollado por el formulador del estudio ambiental.

Si se opta por el uso de un método ya establecido y documentado (p. ej. Battelle-Columbus, cualitativo de Conesa, Arboleda, Ecopetrol), su aplicación debe seguir las definiciones, conceptos y procedimientos propios de dicho método. Si se emplea un método resultado de la modificación de una metodología ya instaurada, se deben utilizar en la medida de lo posible, los mismos conceptos y definiciones del método en el que se basa, sin introducir cambios a los nombres y a los significados de los atributos de valoración.

En caso de optar por una valoración de impactos desarrollando la modalidad alternativa 2 (descrita en el numeral 7.1.2.2), se debe modificar un método definido previamente o bien, desarrollar otro a fin de que la valoración emplee exclusivamente atributos o procedimientos que den cuenta, de forma directa, de la significancia de los impactos ambientales. En el numeral 7.4.3 se señalan los tipos de atributos y procedimientos que deben evitarse para que la evaluación se enfoque en los impactos ambientales significativos.

Si se utiliza un método de valoración que no esté soportado por un documento técnico, como en el caso de la modificación a métodos reconocidos o del desarrollo de un método nuevo, es necesario describir detalladamente cómo se valoran los impactos (por ejemplo, mediante múltiples atributos cualitativos o cuantitativos, haciendo uso de la lógica difusa, empleando la dinámica de sistemas o recurriendo a los análisis de redes), cuál es la escala espacial y temporal de la valoración, cuál es la relación matemática o la regla de ponderación de los atributos utilizados (en caso de que se incorporen al método), cómo se definen las categorías cualitativas o cuantitativas de valoración, y por último, cómo se interpretan los resultados.

Es necesario que el método seleccionado para la elaboración del estudio ambiental sea aplicable al caso objeto de evaluación, que incorpore las relaciones causales que pueden ocurrir no solo entre actividades e impactos, sino también entre diferentes tipos de impactos, que señale con la mayor certidumbre posible la forma en que el impacto modifica las condiciones ambientales del área de influencia, y que propenda por un proceso integrado, global, sistemático e interdisciplinario para la evaluación de los impactos ambientales que se determinaron.

Independientemente del método de valoración de impactos que se utilice, es imprescindible que la valoración (positiva o negativa) que se adjudique a cada impacto, sea justificada mediante textos de manera clara y sucinta. Para el caso de los métodos que utilizan varios atributos (cualitativos o cuantitativos), se debe realizar la justificación del porqué del valor asignado a cada uno de los atributos utilizados para valorar cada impacto.

La valoración de impactos debe incorporar de forma expresa los saberes, sugerencias, recomendaciones, alertas, percepciones y comentarios que se reciban en los procesos

participativos con los grupos de interés y autoridades del área de influencia cuando estos aportes permitan una mejor valoración y sean razonablemente acertados; en caso de estimarlos como no pertinentes, se deben indicar y sustentar las razones por las cuales no se toman en cuenta para la valoración. De haber realizado consulta previa, los impactos ambientales determinados y valorados en dicho proceso deben ser incorporados en el EIA, diferenciándolos de los demás impactos para facilitar el seguimiento de las autoridades competentes.

7.3 LINEAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO SIN PROYECTO

La evaluación ambiental para el escenario sin proyecto debe desarrollar un análisis tendencial de la evolución que tendrían las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto que refleje los cambios previsibles en ésta; tal análisis debe considerar las orientaciones del numeral 7.2 para determinar y valorar los impactos ambientales que llevarían a ese cambio ambiental futuro.

El análisis tendencial debe integrar y valerse de la caracterización ambiental de los medios abiótico, biótico y socioeconómico[215], del paisaje y de los servicios ecosistémicos, de la sensibilidad ambiental, así como de la determinación de las actividades que han tenido la mayor incidencia en la modificación ambiental del área de influencia, de las modelizaciones de cambio climático aplicables y de los procesos de cambio natural propios de la región, para estimar las condiciones ambientales que tendría el área de influencia en el futuro.

7.4 LINEAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO

El propósito de la determinación y valoración de impactos para este escenario es prever entre otras situaciones, por qué suceden, cómo ocurren, cuándo y dónde se manifiestan, qué grado de modificación al ambiente pueden ocasionar en el tiempo, a tal punto que sea posible tomar determinaciones sobre las características del proyecto, obra o actividad o sobre las medidas que deben aplicarse para gestionar sus impactos, así como desarrollar otros procedimientos propios del licenciamiento ambiental colombiano como la delimitación del área de influencia.

En este sentido, a partir de los lineamientos establecidos en el numeral 7.2, del estudio de las interacciones de las actividades del proyecto, obra o actividad con los factores de

[215] Dentro de las variables objeto de caracterización ambiental que son de importancia para esta evaluación, se encuentran la perspectiva del desarrollo regional y local, la dinámica económica, los conflictos socioambientales existentes (incluyendo los que se presentan por el uso de recursos naturales como agua, suelo, bosque) y las figuras y estrategias de conservación ambiental.

cada componente, y de las orientaciones que se señalan a continuación, se deben determinar y valorar los impactos que el proyecto genera sobre el escenario sin proyecto, determinar cuáles de ellos son significativos, así como evaluar los impactos ambientales residuales acumulativos y sinérgicos.

7.4.1 Determinación en el escenario con proyecto

La determinación de los impactos ambientales que puede ocasionar la ejecución de un proyecto, obra o actividad es fundamental para asegurar la calidad del estudio ambiental y, como se mencionó en el capítulo I de esta metodología, es un momento crucial para el proceso de licenciamiento ambiental, pues tiene repercusiones en la valoración de impactos, en la delimitación del área de influencia, en la formulación de las medidas de manejo, en la zonificación de manejo ambiental, en la evaluación económica, en las decisiones que tomen las autoridades ambientales frente a la viabilidad ambiental del proyecto, obra o actividad, y por supuesto, en el cumplimiento de los objetivos del licenciamiento ambiental.

Una buena determinación reduce la posibilidad de que una vez se ponga en marcha el proyecto, obra o actividad (si las autoridades deciden licenciarlo), se configuren impactos ambientales no previstos.

En este escenario, los impactos ambientales corresponden a cualquier alteración del ambiente motivada por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, en un periodo específico de tiempo y dentro de un área definida, que se describe como el cambio en un parámetro ambiental cualitativo o cuantitativo[216]. Esta alteración es el resultado de la interacción entre una actividad que ejerce presión (aspecto ambiental), y un factor ambiental que tiene ciertas condiciones de susceptibilidad al cambio que le son inherentes (sensibilidad ambiental); por ello, tanto el impacto como sus características adquieren una configuración única de acuerdo con la actividad y las condiciones ambientales que se estén evaluando. Cabe aclarar que la determinación de impactos para el escenario con proyecto considera los cambios en los parámetros ambientales sin que medie ninguna medida de manejo.

La selección de los parámetros ambientales, de los indicadores o de los índices que dan cuenta de los impactos debe buscar emplear los parámetros o indicadores que haya fijado la autoridad ambiental competente como instrumento para evaluar el estado de los Elementos Ambientales Valorados (EAV), si es que ello es posible. Por tal motivo, es necesario consultar a la autoridad ambiental competente qué EAV existen para el área de influencia, así como los parámetros o indicadores establecidos para su seguimiento. En cualquier caso, los parámetros e indicadores para el seguimiento de EAV sólo deben

[216] En algunas oportunidades, tales parámetros pueden ser estimados mediante indicadores o índices que sintetizan la información referida al elemento ambiental que resulta impactado.

emplearse si permiten evaluar los impactos del proyecto, es decir, si permiten evaluar cómo cambian condiciones ambientales *específicas* con su ejecución.

Se deben determinar *todos* los impactos ambientales positivos y negativos que puede ocasionar el normal desarrollo del proyecto, obra o actividad durante todas sus etapas de ejecución, y no, aquellos impactos ambientales producto de contingencias o de eventos no planeados. Esta determinación debe contemplar no sólo los impactos directos, también debe referirse a los impactos indirectos que son causados por el proyecto como, por ejemplo, los causados sobre el medio socioeconómico que tienen origen de forma indirecta en otros impactos del proyecto sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Asimismo, la determinación de impactos debe considerar que la propuesta de desarrollo puede desencadenar impactos sinérgicos e impactos con la capacidad de acumularse en el tiempo. Más adelante en este numeral, se brindan lineamientos específicos para evaluarlos.

La determinación de impactos aborda también aquellos que el proyecto, obra o actividad ocasiona en el paisaje y los servicios ecosistémicos, de modo que resulta imprescindible estudiar las relaciones entre los factores biofísicos y socioeconómicos del ambiente para establecer, de acuerdo con las características propias de las actividades a ejecutar, qué parámetros (cualitativos o cuantitativos) referidos al paisaje o a estos servicios, resultarían alterados de forma directa o indirecta.

Asimismo, con el fin de prevenir el riesgo o vulneración de derechos humanos, es necesario señalar qué derechos humanos podrían resultar incididos negativamente dada la manifestación de los impactos que el proyecto genera sobre los servicios ecosistémicos; estos derechos humanos son determinados en el numeral de caracterización de los servicios ecosistémicos y referenciados en la Tabla 28. Igualmente, se debe mencionar cuáles son los grupos humanos titulares[217] de los derechos que resultarían afectados.

7.4.2 Valoración en el escenario con proyecto

La valoración debe realizarse para todos los impactos positivos y negativos determinados, así como considerar las variaciones y tendencias ambientales esperadas en el escenario sin proyecto, con el fin de establecer las diferencias entre escenarios y en tal medida valorar los impactos del escenario con proyecto.

[217] Son grupos de personas que tienen derecho a disfrutar y ejercer sus derechos en virtud de ser humanos, así como a acceder a un recurso efectivo cuando sus derechos han sido vulnerados (DIHR, 2020). Para la identificación de titulares de derechos no se debe hacer una identificación individual o personal respecto de actores en el territorio. Se trata del reconocimiento de grupos humanos referenciados de manera general.

La comparación debe medir con escalas cuantitativas, de ser posible, las diferencias entre escenarios. Al emplear métodos basados en el análisis de redes, el análisis de estas diferencias debe enfocarse en determinar los impactos generados por el proyecto, obra o actividad y en establecer la variación en el total de relaciones (grado total) de los nodos que se fijen (actividades o impactos).

Al estudiar la manifestación de los impactos en el tiempo y en el espacio (según las etapas de ejecución del proyecto), y concluir que existe un alto grado de incertidumbre acerca de la magnitud o alcance de uno de ellos, las predicciones deben realizarse para el escenario más crítico posible, es decir, deben tomar como referente el impacto con mayor grado de significancia negativa que haya ocurrido históricamente dada la ejecución de la *actividad* impactante en el marco de proyectos de similar magnitud y características tecnológicas (incluso de otros sectores) o bien, desarrollar la predicción empleando los estados (valores) de las variables que maximizan los impactos que ocurrirían en caso de ejecutar la actividad impactante[218]. En consecuencia, los impactos con alta incertidumbre deben ser valorados con el mayor valor posible de significancia de acuerdo con el método empleado.

Los impactos determinados y valorados deben ser descritos de forma sucinta señalando en qué consisten y cómo, dónde, cuándo, en qué medida alteran las condiciones ambientales, y mencionando, de ser posible, cómo varían en el tiempo.

Los métodos de valoración de impactos ambientales que se usen deben ofrecer la posibilidad de organizar los impactos que genera el proyecto, obra o actividad, de acuerdo con el grado con el cual puede modificar las condiciones ambientales, no sólo con el propósito de evaluarlos de forma individual, sino también, de evaluar la manera en que el proyecto como conjunto impacta al ambiente. Por ejemplo, si la mayor parte de los impactos ambientales, de acuerdo con la clasificación propia del método elegido, se clasifica en la categoría de mayor grado de impacto, habrá una señal clara sobre las decisiones que deberían tomar tanto los formuladores del proyecto, obra o actividad y del estudio ambiental, como las autoridades ambientales que lo evalúen.

La clasificación de los impactos, de acuerdo con la valoración que resulte de la aplicación del método seleccionado, debe emplearse para tomar decisiones en consonancia con los lineamientos de la jerarquía de las medidas de manejo; es decir, idealmente y en la medida de lo posible, procurando formular medidas para prevenir la mayor cantidad de impactos, especialmente los de potencial de alteración negativa considerable y los irreversibles;

[218] Por ejemplo, para el caso de impactos de generación o exacerbación de conflictos socioambientales, ello significa prever el escenario más crítico a partir de los estados de variables como causas, actores y asuntos objeto de conflicto que tienen la posibilidad de maximizar el impacto.

mitigar o corregir los impactos que no pueden prevenirse y; compensar los impactos residuales que permanecen en el medio.

La valoración de los impactos asociados a conflictos socioambientales como los que se presentan por el uso de los recursos naturales (agua, suelo, bosque, entre otros), debe prever cómo los conflictos existentes pueden tramitarse o potenciarse y cómo podrían configurarse nuevos conflictos debido a la ejecución del proyecto, obra o actividad.

La valoración de los impactos a los servicios ecosistémicos debe tener en cuenta cómo dichos servicios se relacionan con los derechos humanos interdependientes al derecho a gozar de un ambiente sano. El procedimiento para estudiar las relaciones entre los servicios ecosistémicos y los derechos humanos se detalla en el numeral 4.5.3 de este capítulo (III) y sus resultados deben ser presentados en una tabla que contenga la información enunciada en la Tabla 28 de este documento.

Al evaluar los impactos sobre los servicios ecosistémicos de este modo, se brinda trazabilidad, comparabilidad y coherencia al proceso de elaboración del EIA, contribuyendo a que las decisiones que se tomen durante su elaboración y en fases posteriores del licenciamiento ambiental (en caso de que se conceda licencia ambiental) aborden todas sus posibles implicaciones y se alineen con los principios de sostenibilidad, prevención, protección de poblaciones vulnerables y debida diligencia en materia de derechos humanos.

La determinación y valoración de impactos de proyectos para los cuales al momento de la elaboración del EIA se desconoce la localización definitiva de las infraestructuras, obras y actividades, debe abordarse contemplando todos los posibles lugares de emplazamiento de tales infraestructuras, obras y actividades.

Cuando un impacto ocurre en varias etapas del proyecto y se espera que en cada una de éstas se presenten diferencias sustanciales en su significancia y, además, esta situación implique el ajuste o la formulación de nuevas medidas de manejo, como puede ocurrir en el caso de algunos proyectos mineros, es necesario realizar la evaluación ambiental de forma independiente para cada etapa del proyecto.

Adicional a la aplicación del método de valoración de impactos que se seleccione, para determinar los impactos ambientales significativos negativos, que en el marco del licenciamiento ambiental son indispensables para la delimitación del área de influencia y la evaluación económica ambiental, se debe desarrollar el procedimiento que se establece en el numeral 7.4.3.

Sobre la valoración de los impactos ambientales acumulativos y de los impactos ambientales sinérgicos

Con el propósito de dar mayor precisión a la evaluación ambiental del escenario con proyecto es preciso adelantar un estudio detallado de los impactos ambientales acumulativos y de los impactos ambientales sinérgicos.

En el marco del licenciamiento ambiental, un impacto ambiental acumulativo es aquel impacto cuya significancia se incrementa, no necesariamente de forma lineal, con el tiempo. Los impactos acumulativos pueden presentarse cuando un impacto ambiental del proyecto, obra o actividad se acumula con uno igual (referido al mismo parámetro ambiental) preexistente en el área de influencia dado el desarrollo de proyectos sujetos o no a licencia ambiental; o bien, cuando no existiendo dicho impacto en el escenario sin proyecto, su significancia se incrementa progresivamente dada la ejecución de las actividades del proyecto, obra o actividad.

El aumento de la significancia (acumulación) se presenta cuando la modificación ambiental que genera el impacto es superior a la tasa de recuperación del sistema que lo recibe. Esta situación puede generarse por varios motivos, entre ellos, por un incremento en la intensidad o frecuencia de ejecución de la actividad que produce el impacto o, por el traslape de las áreas de manifestación del impacto, ya sea que éstas se generen por el mismo proyecto o por otros proyectos o actividades. Es importante tener en cuenta estos mecanismos de acumulación para evaluar los impactos y para formular medidas efectivas de manejo.

De otra parte, los impactos ambientales sinérgicos son aquellos impactos que tienen la capacidad de interactuar con otros impactos y gracias a esa interacción, pueden producir un incremento en la significancia de los impactos interactuantes o bien, generar otros impactos no contemplados previamente.

Es de primordial importancia que la determinación de los impactos ambientales acumulativos y de los impactos ambientales sinérgicos emplee los parámetros o indicadores que la autoridad ambiental competente haya fijado como instrumento para evaluar el estado de los Elementos Ambientales Valorados (EAV), si es que ello es posible. Por tal motivo, es necesario consultar a la autoridad ambiental competente qué EAV existen para el área de influencia, así como los parámetros o indicadores establecidos para su seguimiento. En cualquier caso, los parámetros e indicadores para el seguimiento de EAV fijados por la autoridad ambiental sólo deben emplearse si permiten evaluar los impactos del proyecto, es decir, si permiten evaluar cómo se acumulan los cambios ambientales o cómo dicha alteración ambiental genera sinergias.

Para determinar y valorar impactos y establecer si se acumulan en el tiempo o si generan relaciones sinérgicas, se deben emplear herramientas como los diagramas de Gantt, los

análisis de causalidad, la dinámica de sistemas o los análisis de redes. Tales herramientas, a partir del análisis de las relaciones que existirían entre las infraestructuras, obras, actividades y demás características del proyecto y las condiciones ambientales de línea base, facilitan, entre otras: i) determinar impactos; ii) conocer si éstos ocurren de manera simultánea (y, por tanto, si pueden acumularse o interactuar); iii) determinar si tienen la capacidad de interactuar entre sí y; iv) determinar si pueden dar lugar a cadenas causales de impactos.

Independientemente del procedimiento empleado para determinar las interacciones de acumulación o sinergia (p. ej. diagrama de Gantt junto con análisis de causalidad, diagrama de Gantt junto con análisis de redes, análisis de causalidad, análisis de redes, dinámica de sistemas), se deben explicar sus resultados.

Para evaluar los impactos acumulativos y los impactos sinérgicos no basta con conocer las relaciones que existen entre actividades e impactos y entre impactos y otros impactos; por ello, es necesario determinar sus principales características mediante paneles de expertos, modelos, análisis de la capacidad asimilativa, aplicación de atributos de valoración u otros métodos, con el fin de prever qué tanto pueden modificar las condiciones ambientales y cómo dicha modificación puede cambiar en el tiempo, en qué lugares se manifestarían, cuán rápido podrían ser asimilados por los sistemas que impactan, entre otras.

En la evaluación de este tipo de impactos es fundamental tener en cuenta la forma en que se manifiestan temporal y espacialmente, pues ello posibilita prever integralmente sus procesos de acumulación o sinergia. La evaluación de la dimensión temporal debe estimar cómo cambia la significancia de los impactos en el tiempo, ojalá de forma cuantitativa, teniendo en cuenta características ambientales como la sensibilidad ambiental y la capacidad de asimilación de los elementos ambientales que son impactados, así como las particularidades de las actividades que los generan, por ejemplo, la frecuencia, duración e intensidad de ejecución.

Al igual que la evaluación de todos los impactos del proyecto, obra o actividad, el estudio de los impactos acumulativos y de los impactos sinérgicos debe partir de la comparación de las condiciones ambientales que existirían a futuro en los escenarios sin y con proyecto. Este procedimiento implica considerar las tendencias de cambio observadas y esperadas para el escenario sin proyecto[219], a fin de predecir más acertadamente cómo se modificarían las condiciones ambientales dada la ejecución del proyecto de interés, específicamente

[219] Estas tendencias de cambio son consecuencia, entre otros fenómenos, de los impactos ambientales generados por las actividades humanas que tienen implicaciones en el área de influencia, las cuales incluyen tanto a los proyectos, obras o actividades que no requieren de licencia ambiental, como aquellos que sí. Es importante consultar a las entidades sectoriales del Estado competentes respecto de cada proyecto, obra o actividad presente o prevista a fin de obtener información que permita aproximarse al conocimiento de dichas tendencias.

para este caso, para predecir cómo se acumularían los impactos o cómo se generarían sinergias entre ellos.

La comparación de ambos escenarios y la evaluación de los impactos acumulativos y los impactos sinérgicos requiere conocer cómo se ha modificado y cómo se modificará el área de influencia del proyecto en el tiempo; por lo cual es necesario emplear tanto los análisis multitemporales de coberturas de la tierra y los cambios en los parámetros atmosféricos o hidrológicos, como las tendencias del desarrollo sobre nuevos proyectos y las perspectivas de implementación o ajuste a las actividades económicas, entre otra información referenciada en la caracterización ambiental de línea base.

De otra parte, para evaluar la dimensión espacial, debe realizarse un análisis espacial para los impactos que se manifiesten en el mismo momento con el propósito de determinar si, según sus características y las condiciones ambientales particulares del área de influencia, se traslapan y pueden acumularse o si pueden interactuar y ocasionar impactos adicionales. Estos análisis espaciales deben atender los lineamientos para la elaboración de cartografía, análisis espaciales y almacenamiento de información geográfica fijados en el marco del licenciamiento ambiental.

Las relaciones y principales características de los impactos acumulativos y de los impactos sinérgicos deben emplearse para valorarlos a través de los atributos o del método de valoración de impactos elegido para la elaboración del estudio ambiental, considerando las orientaciones dadas en la parte inicial de este numeral (7.4.2, capítulo III). Ya que la significancia de los impactos acumulativos cambia en el tiempo, su valoración definitiva debe reflejar la máxima significancia posible.

Idealmente, los resultados de esta valoración deben emplearse para ajustar las características del proyecto, obra o actividad con el propósito de disminuir las situaciones de acumulación o sinergia; si ello no es posible, se deben utilizar para la formulación de medidas de manejo de los impactos del proyecto que sean apropiadas a las siguientes situaciones: i) variación de la significancia en el tiempo de los impactos acumulativos, ii) cadenas causales de impactos que generen sinergias o acumulaciones y, iii) cambios en las condiciones del área de influencia generados por otras actividades económicas o proyectos que puedan exacerbar los impactos acumulativos o sinérgicos que genera el proyecto objeto de evaluación.

Cuando el área de influencia del proyecto se superponga con las áreas de influencia de proyectos, obras o actividades licenciados, la evaluación debe establecer cómo y en qué medida los impactos del proyecto podrían acumularse o producir comportamientos sinérgicos, a fin de determinar si a la luz de tales impactos, de las medidas de manejo que se formulen en el PMA y de la responsabilidad individual que se fije para cada uno de ellos en el área superpuesta, el proyecto en formulación puede coexistir con los proyectos

licenciados de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.2.3.6.4 del Decreto 1076 de 2015, o aquella norma que lo modifique o sustituya.

En este sentido, se debe considerar que la evaluación de la coexistencia es una actividad que se aborda en varios numerales del EIA. Específicamente, se desarrolla a través de la caracterización ambiental a fin de mencionar las principales características de los proyectos licenciados; de la evaluación ambiental para examinar cómo pueden interactuar los impactos, ya sea mediante procesos de acumulación o de sinergia y; del PMA para formular medidas que gestionen apropiadamente los impactos que se acumulan o que generan sinergias con los impactos de los proyectos licenciados.

Dado que la evaluación de los impactos acumulativos y de los impactos sinérgicos debe considerar cómo han cambiado y cómo cambiarán las condiciones ambientales de línea base (lo cual comprende los impactos generados por proyectos licenciados y por otras actividades económicas en el área de influencia), es necesario que este ejercicio emplee, entre otras fuentes de información, los análisis regionales sobre evaluación de impactos desarrollados por las autoridades ambientales[220] cuya oportunidad, características temáticas y escala permitan su uso en esta evaluación. Es necesario verificar y complementar, a partir de los datos recabados en la caracterización ambiental, la información obtenida de análisis y estudios regionales que pueda estar desactualizada.

7.4.3 Determinación de impactos ambientales significativos negativos[221]

El procedimiento que se describe a continuación busca normalizar la valoración y clasificación de los impactos ambientales negativos de un proyecto, obra o actividad sujeto a licenciamiento ambiental, a fin de aplicar una regla de decisión que permita determinar cuáles de ellos son significativos, y así contar con los insumos necesarios para la delimitación del área de influencia y la evaluación económica ambiental.

Dependiendo de la modalidad alternativa seleccionada para valorar los impactos ambientales, será necesario abordar el procedimiento para la determinación de los impactos ambientales significativos negativos de forma completa o parcial.

- Si se desarrolló la modalidad alternativa 1, se debe ejecutar el proceso de determinación de impactos significativos completamente, esto es, ajustar el método de valoración para asegurar que se empleen solamente los resultados de atributos y

[220] Por ejemplo, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales desarrolla periódicamente los Reportes de Análisis Regional; estos documentos pueden consultarse en la página Web de dicha entidad.
[221] Un impacto ambiental significativo negativo se define como aquel impacto que dada la sensibilidad ambiental del área en la que se manifiesta, genera una alteración de las condiciones ambientales que afecta su integridad y limita su capacidad para mantener la sostenibilidad ambiental. Se considera como impacto ambiental significativo negativo, a todo impacto negativo clasificado en las tres (3) categorías más altas de Potencial normalizado de modificación de las condiciones ambientales.

procedimientos referidos a la significancia de los impactos y, además, aplicar la normalización.

- Si se implementó la modalidad alternativa 2, se debe utilizar el procedimiento de determinación de impactos significativos de manera parcial, es decir, normalizar los resultados de la valoración de impactos.

El procedimiento de determinación de impactos ambientales significativos negativos toma como base una valoración de impactos *orientada a la determinación de impactos significativos*; es decir, una valoración que emplea únicamente atributos o procedimientos que dan cuenta, directamente, del grado con el que los impactos pueden modificar las condiciones ambientales. Por tal motivo, no admite el uso de los siguientes tipos de atributos o procedimientos de valoración:

- Relativos a la probabilidad de ocurrencia (p. ej. posibilidad de ocurrencia, presencia).

- Relativos a la posibilidad de restauración o de recuperación del impacto mediante actividades humanas (p. ej. recuperabilidad).

- Que adjudiquen per se, un grado de capacidad de modificar el ambiente de acuerdo con el periodo de tiempo en el que tardan en manifestarse los impactos (p. ej. momento, evolución).

- Que adjudiquen per se, un grado de capacidad de modificar el ambiente a impactos ambientales directos e indirectos (p. ej. efecto).

De acuerdo con esta condición, *y si se utilizó la modalidad alternativa 1*, se debe modificar el método de valoración empleado en la evaluación de los escenarios sin y con proyecto para asegurar que no incorpore los tipos de atributos antes mencionados[222] y para que las relaciones matemáticas, ponderaciones y demás procedimientos de valoración, reflejen la significancia de los impactos de forma lógica y razonable, así como para que se adecúen a la cantidad total de atributos finalmente seleccionados y al rango de valores que pueden tomar los impactos[223].

[222] Si bien la modalidad alternativa 2 hace posible excluir los atributos no relacionados con la significancia de los impactos desde el inicio del proceso, y así emplear sus resultados de forma directa en la determinación de los impactos significativos, ello puede conllevar a la pérdida de información útil para la estructuración del plan de manejo ambiental, dado que algunos de los atributos descartados podrían dar luces sobre cómo, más adelante, definir y organizar temporal y espacialmente la ejecución de las medidas de manejo.

[223] Por ejemplo, si en el método para evaluar los escenarios con y sin proyecto se emplean 10 atributos y la suma máxima de los valores ponderados es de 100 unidades, al realizar el ajuste y eliminar 4 de los 10 atributos que no están relacionados con la significancia, se deben modificar los valores ponderados de los 6 atributos restantes para asegurar que la suma de sus valores máximos llegue a 100.

Luego de valorar cada uno de los impactos ambientales de carácter negativo mediante un método que emplee atributos o procedimientos referidos directamente a la significancia de los impactos, es necesario normalizar sus resultados utilizando la siguiente relación matemática:

$$PNM_i = \left(\frac{C_i - Cmin}{Cmax - Cmin}\right) X\ 100$$

Dónde:

PNM_i	=	Potencial normalizado de modificación de las condiciones ambientales del impacto *i*
C_i	=	Calificación del impacto *i* obtenida mediante el método de valoración referido sólo a la significancia de los impactos[224]
Cmin	=	Calificación mínima posible al aplicar el método de valoración referido sólo a significancia de los impactos
Cmax	=	Calificación máxima posible al aplicar el método de valoración referido sólo a significancia de los impactos

La normalización aplica para las dos modalidades alternativas de valoración de impactos y, se realiza, para determinar el valor del *potencial normalizado de modificación de las condiciones ambientales* de cada impacto, el cual debe ser clasificado de acuerdo con los rangos y categorías establecidos en la Tabla 34, a fin de establecer si corresponde o no a un impacto ambiental significativo.

Teniendo en cuenta que la extensión, forma y ubicación del área de influencia de un proyecto, obra o actividad está en función de sus impactos ambientales significativos, y que tales impactos dependen de las características ambientales únicas de dicha área, es necesario que los procesos de determinación de impactos, valoración de impactos, determinación de impactos ambientales significativos y de delimitación del área de influencia, se realicen de manera conjunta e iterativa.

[224] Este método no debe hacer uso de procedimientos o atributos referidos a la probabilidad de ocurrencia de los impactos, a la posibilidad de recuperación de éstos mediante acciones humanas ni, tampoco, procedimientos o atributos que establezcan per se valores de capacidad de alteración ambiental a los impactos de acuerdo con el tiempo que tardan en manifestarse o con su condición de ser impactos directos o indirectos.

Tabla 34. Regla de decisión para determinar impactos ambientales significativos

Potencial normalizado de modificación de las condiciones ambientales		Tipo de impacto
Rango	**Categoría**	
0 - 25	Bajo	No significativo
> 25 - 50	Medio	Significativo
> 50 - 75	Alto	
> 75 - 100	Muy alto	

Una determinación y valoración preliminar de impactos conlleva a una delimitación preliminar del área de influencia; sin embargo, al caracterizar y adquirir conocimiento de tal área de influencia preliminar es posible descartar o reconocer otros impactos generados por el proyecto, obra o actividad lo que, a su vez, implica ejecutar la valoración nuevamente y reconsiderar la extensión del área de influencia de acuerdo con los impactos que resulten significativos. Este proceso se debe ejecutar de forma sucesiva hasta hallar un área que cumpla con la definición de área de influencia según los impactos ambientales significativos que se determinen.

7.4.4 Evaluación de los impactos ambientales residuales acumulativos y sinérgicos

El propósito de esta evaluación es replantear y mejorar las medidas de manejo para reducir la cantidad y significancia de los impactos ambientales residuales que se acumulan o que generan sinergias y, de esta forma, incrementar la efectividad del proceso de licenciamiento ambiental.

Es preciso tener en cuenta que esta evaluación se desarrolla con la información que ha sido recopilada y desarrollada a lo largo del EIA y que no implica esfuerzos adicionales de caracterización o procesamiento de datos; adicionalmente, se deben tener presentes las siguientes características de la evaluación de los impactos ambientales *residuales* acumulativos y sinérgicos que, por ser posterior y complementaria, la diferencian de la evaluación tradicional de impactos:

i) Tiene en cuenta las medidas de manejo del proyecto, obra o actividad.

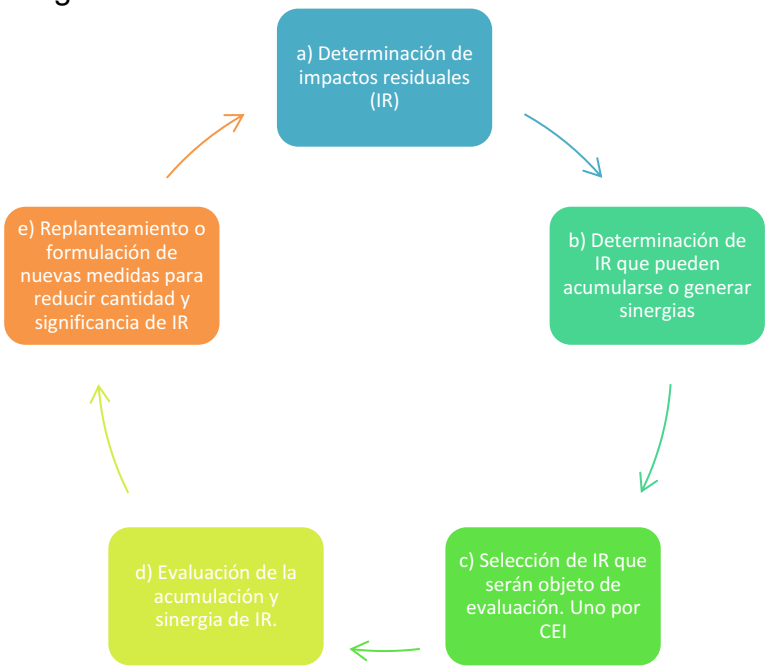
ii) Busca mejorar las medidas de manejo planteadas para para reducir la cantidad y significancia de los impactos ambientales residuales que se acumulan o que generan sinergias.

iii) No se desarrolla para determinar la significancia de los impactos.

iv) No implica un ajuste del área de influencia del proyecto.

La evaluación de los impactos ambientales residuales que son acumulativos o sinérgicos se ejecuta mediante las siguientes actividades una vez se ha realizado la determinación y valoración de los impactos ambientales y se han formulado las medidas para prevenirlos, mitigarlos, corregirlos y compensarlos (ver Figura 17):

Figura 17. Procedimiento para la evaluación de los impactos ambientales residuales acumulativos y sinérgicos



a) Determinación de los impactos ambientales residuales del proyecto, obra o actividad a partir de los tipos y efectividad de las medidas de manejo; es decir, determinación de los impactos que modifican permanentemente las condiciones del ambiente en razón a que no pudieron ser prevenidos o corregidos o a que, al ser mitigados, dejan activa una fracción del impacto.

b) Determinación de los impactos residuales que pueden acumularse o generar sinergias, esto es, los impactos residuales cuya significancia pueda incrementarse en

el tiempo dadas las condiciones propias del proyecto o las de las actividades y proyectos presentes en el área de influencia, o los impactos residuales que puedan interactuar con otros impactos que se manifiesten en el área de influencia.

Para apoyar este proceso de determinación, se debe desarrollar un análisis en el que se represente el tiempo de manifestación de los impactos residuales empleando una herramienta similar a un diagrama de Gantt, a fin de determinar si: i) hay impactos residuales que se manifiesten de manera simultánea y ii) tienen la capacidad de interactuar.

Adicionalmente, tomando como base el estudio de relaciones causales, la dinámica de sistemas o el análisis de redes desarrollado en la primera fase de la evaluación ambiental, se deben establecer las relaciones que, a partir de los impactos residuales llevan a que tales impactos se acumulen o a la manifestación de nuevos impactos.

c) Selección de los impactos que serán objeto de evaluación. A partir de los impactos residuales que pueden acumularse o generar sinergias, se debe seleccionar el conjunto de éstos que será evaluado, eligiendo *por lo menos* un impacto ambiental residual por Categoría Estandarizada de Impactos (CEI); lógicamente, es posible que para algunas categorías no existan impactos ambientales residuales acumulativos y sinérgicos.

   En caso de que en una CEI se presente más de un impacto ambiental residual con capacidad de acumularse o de generar sinergias, se debe seleccionar el impacto cuyo parámetro o indicador asociado haya sido fijado por la autoridad ambiental como instrumento para evaluar el estado de un Elemento Ambiental Valorado (EAV). Si el parámetro o indicador definido por la autoridad ambiental no permite medir el impacto ambiental residual seleccionado o si la autoridad no ha establecido parámetros o indicadores asociados a EAV, se debe seleccionar el impacto residual dentro de la categoría estandarizada de impactos que impacte el elemento ambiental que tiene mayor relevancia para la población del área de influencia.

d) Evaluación de la acumulación y sinergia de los impactos residuales.

   La evaluación de la acumulación y de la sinergia de los impactos residuales seleccionados debe realizarse según lo señalado en el apartado “Sobre la valoración de los impactos ambientales acumulativos y de los impactos ambientales sinérgicos” del numeral 7.4.2. el cual considera las dimensiones temporales y espaciales de la manifestación de los impactos residuales, el método general de valoración de impactos establecido en el EIA y otras herramientas complementarias.

   La acumulación y la sinergia de los impactos residuales seleccionados debe evaluarse considerando que ya se han implementado medidas de manejo, por lo tanto, no es

posible aplicar de forma directa los resultados sobre la acumulación o la sinergia de la valoración de impactos inicial (que no considera las medidas de manejo); para emplear tales resultados, es necesario verificar que la ejecución de medidas de manejo no genere dinámicas y comportamientos de acumulación y sinergia diferentes.

Adicionalmente y si la información disponible lo permite, se debe representar geográficamente el área de manifestación de los impactos ambientales residuales evaluados, señalando el periodo de tiempo en el que se estima su manifestación.

e) Replanteamiento o formulación de nuevas medidas de manejo para reducir la cantidad o significancia de los impactos residuales. El ajuste o la formulación de nuevas medidas puede considerar, además de la forma en la que las actividades del proyecto generan impactos, los impactos ambientales ocasionados por otras acciones y proyectos presentes en el área de influencia que pueden modificar las condiciones ambientales de línea base y que, por esa vía, exacerban los impactos residuales acumulativos y sinérgicos que genera el proyecto objeto de análisis.

Se debe presentar a la autoridad ambiental competente el resultado de esta evaluación, señalando claramente cómo se ajustaron o se formularon nuevas medidas de manejo para reducir la cantidad o la significancia de los impactos ambientales residuales con capacidad de acumularse o de generar sinergias, o argumentar por qué ello no resulta posible.

7.5 ESCENARIOS PROSPECTIVOS

La modelización es una herramienta que puede emplearse en la elaboración de estudios ambientales dada la capacidad que tiene para estimar las condiciones ambientales de un área determinada en diferentes situaciones. Estas situaciones pueden referirse, por ejemplo, a los escenarios de línea base que se abordan mediante la caracterización ambiental y, a los escenarios prospectivos que se desarrollan en la evaluación ambiental o la solicitud de permisos ambientales.

A continuación, se presentan los lineamientos para el desarrollo de algunos de los modelos frecuentemente empleados en la elaboración de estudios ambientales y de utilidad para la evaluación ambiental, los cuales son complementarios a los requeridos en los trámites de solicitud de aprovechamiento de recursos naturales. Se debe tener en cuenta que estas orientaciones no implican necesariamente el desarrollo de un numeral en el EIA denominado “Escenarios prospectivos”; en caso de aplicar, estas orientaciones deben incorporarse y contribuir al desarrollo de la evaluación ambiental.

7.5.1 Ruido

La modelización de ruido debe realizarse a partir de la implementación métodos de cálculo específicos para cada tipo de fuente (industria, tráfico rodado, tráfico férreo y tráfico de

aeronaves) a través de software especializados para estimación de niveles de ruido y contemplar todas las actividades que generen emisiones de ruido al ambiente de acuerdo con los elementos identificados para el área de influencia y los indicados en la descripción del proyecto, obra o actividad.

El modelo de propagación de ruido debe tener en cuenta la cantidad necesaria de escenarios para cumplir con los objetivos del estudio; no obstante, según corresponda, debe tener en cuenta los escenarios señalados en la Tabla 35.

Tabla 35. Escenarios para modelización de ruido

Ítem	Escenario	Observación
1	Actual sin proyecto	Corresponde a todas aquellas actividades asociadas a tramos viales (en caso de presentarse).
2	Proyecto en construcción sin medidas de manejo	Corresponde a todas aquellas actividades asociadas a fuentes de ruido empleadas durante la construcción del proyecto.
3	Proyecto en operación sin medidas de manejo	Corresponde a todas aquellas actividades asociadas a fuentes de ruido empleadas durante la operación del proyecto.
4*	Proyecto en construcción con medidas de manejo	Corresponde a todas aquellas actividades asociadas a fuentes de ruido empleadas durante la construcción del proyecto, teniendo en cuenta adicionalmente las medidas de manejo y los sistemas de control.
5*	Proyecto en operación con medidas de manejo	Corresponde a todas aquellas actividades asociadas a fuentes de ruido empleadas durante la operación del proyecto, teniendo en cuenta adicionalmente las medidas de manejo y los sistemas de control.

* Para los escenarios que incluyen medidas de manejo, es fundamental que los sistemas de control considerados en los criterios de modelización sean coherentes con las medidas de manejo ambiental definidas en el PMA. Esta correspondencia garantiza la trazabilidad entre la modelización predictiva y la gestión ambiental del proyecto, permitiendo una evaluación adecuada de su efectividad y cumplimiento.

Los equipos que incorporen elementos de control[225] de ruido desde fabrica pueden ser considerados dentro del escenario sin manejo, siempre y cuando dicha condición esté debidamente sustentada mediante información técnica verificable, incluyendo los niveles de potencia acústica (PLWA) y las especificaciones de diseño que evidencien la presencia y funcionalidad de dichos controles.

[225] Estos elementos de control son aquellos que desde fabrica vienen incluidos en los equipos, como: cerramientos, silenciadores, entre otros, que han sido validados mediante pruebas por el fabricante y cuentan con documentación que respalda los indicadores de ruido de la fuente. Estos difieren de sistemas complementarios, como barreras acústicas o aditamentos adicionales, los cuales son requeridos para asegurar el cumplimiento de los niveles de ruido establecidos por la normativa vigente, orientados a la mitigación de los niveles de presión sonora.

El software de modelización acústica, así como los métodos de cálculo empleados en éste, deben considerar estándares de calidad y lineamientos en relación con su adecuada ejecución que garanticen la rigurosidad (p. ej. sistemas de calidad ISO 17534) y la correcta aplicación del correspondiente estándar (p. ej. ISO 9613), considerando las versiones más actualizadas de los métodos aplicables en cada caso con el fin de asegurar la calidad de los resultados; adicionalmente debe presentar los programas de validación, actualización y mejora continua de los algoritmos de cálculo.

La selección del método de estimación de ruido debe tener plena correspondencia con el tipo de fuente objeto de estudio y el descriptor de ruido que se desea conocer (p. ej. LAeq, Ld y Ln) respecto al tráfico vehicular, tráfico férreo o tráfico aéreo. Debe tenerse en cuenta que a pesar de que existen numerosos métodos de estimación de niveles de ruido, la mayoría de éstos emplean variables estrictamente asociadas a la naturaleza de la fuente que pueden ser comunes entre métodos, como es el caso de las categorías o tipos de vehículos (pesados – livianos – categorías abiertas), velocidad de la vía, tipo de superficie de rodadura o rugosidad, características del tipo de tráfico, diseño de los ejes viales, tipo de vías (p. ej. viaductos o puentes) y condiciones meteorológicas.

De acuerdo con lo anterior se debe señalar el método empleado, la relación de las variables tenidas en cuenta y sus respectivos coeficientes, la identificación y clasificación clara de los tramos viales (tráfico vehicular o férreo) y la relación de los supuestos empleados en el cálculo, los cuales deben corresponder a la condición de mayor criticidad de emisión de ruido.

Respecto a la evaluación de ruido asociado al tráfico aéreo, para calcular las curvas de nivel de ruido en torno a los aeropuertos, se debe emplear el método recomendado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Los resultados de dichos modelos deben permitir evidenciar por medio de un descriptor acústico la emisión de ruido crítica del proyecto, obra o actividad, así como la determinación de los conflictos de uso de suelo relacionados con la cobertura de ruido o isolíneas (isófonas), los instrumentos de ordenamiento territorial y los niveles de ruido establecidos para los sectores y subsectores de la Resolución 627 de 2006 o aquella que la que la modifique o sustituya, identificando los receptores sensibles.

La presentación de resultados de la modelización sobre una situación acústica presente o pronosticada, debe permitir determinar lo siguiente:

- Nivel de ruido sobre cada receptor inventariado previamente y sobre la ubicación de los puntos de monitoreo de línea base, para cada escenario evaluado.

- Aporte de ruido por tipo de fuente sobre receptores sensibles de interés evaluados y puntos de monitoreo de ruido ambiente caracterizados en la línea base del EIA, para cada escenario evaluado.

Para aquellos proyectos que no presenten modelización de línea base debido a las condiciones inexistentes de fuentes de tráfico vehicular, se debe tomar como valor inicial los niveles línea base monitoreados en la zona como insumo para evaluar el aporte de ruido para cada escenario de modelización evaluado.

Además del modelo y sus resultados, se debe presentar un documento técnico que detalle el proceso metodológico utilizado, los insumos, la configuración del proceso de cálculo, el listado de fuentes, la descripción de escenarios y toda aquella información relevante para el proceso de modelización.

Dentro de la información asociada a las simulaciones de ruido para los proyectos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La modelización debe realizarse tomando como base un estándar que permita la caracterización y evaluación de la fuente de ruido objeto de análisis (p. ej. ISO 9613) y de forma complementaria para la obtención de datos de entrada al modelo y configuración de motores de cálculo, acogerse a recomendaciones internacionales que cuenten con rigor científico (p. ej. estándares internacionales, bases de datos de potencia sonora y de tipos de superficies). Adicionalmente se debe informar sobre el uso de métodos complementarios para cálculo de emisiones (provenientes de tráfico rodado, trenes, aeronaves, maquinaria, o cualquier otra fuente de emisión de ruido relevante), dichos modelos deben indicar supuestos, consideraciones y limitaciones de la información ingresada al software y de los resultados obtenidos. Para aquellos proyectos que por sus características presenten condiciones de operación industrial (p. ej. zonas portuarias), se debe tomar como referencia la información asociada al inventario de fuentes y su dispersión de acuerdo con un modelo de cálculo (estándar internacional ISO 9613).

- Topografía (modelo digital de elevación de terreno). Para calcular las emisiones de ruido se debe contar con un modelo digital de terreno que represente las condiciones del terreno del proyecto, obra o actividad y su área de influencia. Dicho modelo debe corresponder a las particularidades del terreno donde se consideren las fuentes de emisión, de tal manera que la escala o resolución de éste represente los obstáculos que influyen en la propagación del ruido entre la fuente y el receptor (zanjas, terraplenes, desniveles, áreas llanas) a fin de minimizar la incertidumbre de los resultados obtenidos.

- Para modelos digitales de superficie obtenidos a partir de sensores remotos, se debe revisar si la información representa la geometría del terreno adecuadamente, para, en un proceso posterior ser tratada en los software de modelización, de lo contrario se recomienda realizar una adecuación de los mismos a fin de obtener un plano representativo del área con el fin de evitar incorporar elementos no representativos del terreno que generen distorsión en los resultados y no corresponden con la realidad ambiental del área de influencia o del proyecto, obra o actividad.

- El modelo de terreno debe abarcar el área total de cálculo o dominio de modelización, la cual debe incluir como mínimo los receptores identificados previamente y las principales fuentes de emisión de ruido existentes en el área de influencia (p. ej. vías); se deben adjuntar archivos de entrada, de salida al motor de cálculo y archivos del modelo digital de elevación de terreno (curvas de nivel o puntos de elevación).

- Adjuntar memorias de cálculo de potencia sonora de cada fuente (puntual, de área y lineal), así como los soportes en formatos de archivos intercambiable (editables), según el MAG.

- Meteorología: las variables meteorológicas a emplear corresponden a temperatura, presión atmosférica, humedad relativa, viento (dirección y velocidad); la información debe corresponder con los lineamientos establecidos en el numeral sobre Meteorología (4.1.7.1 del presente capítulo).

- Datos de entrada al modelo: presentar como anexo un inventario de fuentes de ruido (puntuales, de área y lineales) que contenga como mínimo el nombre de la fuente, niveles de potencias sonoras en dB(A) (con valores en 1/1 de octava o 1/3 de octava preferiblemente) y características de la fuente, por ejemplo, dimensiones, capacidad, cantidad de fuentes, coordenadas de ubicación y origen de la información de emisión de ruido (p. ej. estándares internacionales, bibliografía, bases de datos de los software); en el caso de que la emisión de ruido se estime mediante medición directa en la fuente o método analítico, se debe adjuntar la memoria técnica en formato editable que permita su validación y trazabilidad.

- Las fuentes puntuales, lineales o de área deben estar codificadas inequívocamente de forma que sea posible identificarlas en el documento, en el anexo del que trata el ítem anterior, así como en el software de modelización.

- Datos de salida: se debe adjuntar al estudio los resultados del cálculo de las isófonas como archivo shape file y raster, los valores de ruido asociados a receptores y los archivos nativos del software de modelización empleados.

- Reportar el tipo de sistema de control empleado documentando sus características, métodos de cálculo, atenuación final obtenida (eficiencia acústica del sistema), y ubicación debidamente georreferenciada según el MAG.

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

Las modelizaciones deben permitir:

- Determinar las zonas de mayor incremento en los niveles de ruido ambiental para cada uno de los escenarios del proyecto.

- Valorar la magnitud del impacto ocasionado por esta actividad sobre las condiciones del ruido ambiental en los receptores de interés teniendo en cuenta el marco normativo vigente (Resolución 627 de 2006 o aquella que la modifique o sustituya).

- Determinar el aporte de niveles de presión sonora que realiza cada fuente o grupos de fuentes sobre los niveles de ruido ambiental de la zona objeto de estudio, utilizando para esto los resultados de los modelos predictivos de ruido y la evaluación de éstos sobre los receptores.

7.5.2 Paisaje

Con el propósito de evaluar los impactos ambientales que genera el proyecto obra o actividad sobre el paisaje y de delimitar el área de influencia a partir de los que resulten significativos, se debe realizar una descripción de la forma en que el proyecto, obra o actividad interactuaría con el área que configura el paisaje.

Dicha descripción debe enfocarse en las intervenciones del proyecto, obra o actividad (las cuales resultan de la construcción de obras, infraestructura, y de actividades de uso y aprovechamiento de recursos naturales, entre otras) asociadas a cada unidad de paisaje. En aquellos casos donde no se cuente con la localización definitiva de las actividades, se debe hacer uso de alternativas preliminares de localización.

Asimismo, se deben contemplar los resultados sobre calidad, fragilidad y percepción visual del paisaje, su integridad escénica[226], así como sobre zonificación ambiental del paisaje (resaltando las unidades de paisaje con mayor sensibilidad), para desarrollar una síntesis

[226] Propiedad que indica qué tan intacto se encuentra un paisaje visualmente mediante la determinación de las alteraciones existentes, el análisis de los elementos discordantes y la fragmentación y conectividad ecosistémica (numeral 4.2.2.3 de este capítulo).

que permita prever cómo la ejecución del proyecto, obra o actividad alteraría las condiciones paisajísticas y cuáles de sus alteraciones generan impactos ambientales significativos.

A fin de evaluar y determinar estos impactos se debe desarrollar un modelo de visibilidad en el escenario con proyecto partiendo de la máxima intervención estimada y considere la localización de la infraestructura o adecuación de espacios asociados al proyecto, obra o actividad, así como las condiciones del relieve y la cobertura de la tierra. Se deben presentar los insumos cartográficos de entrada al modelo y los resultados de éste[227]. En caso de no contar con la ubicación definitiva de las actividades, obras o infraestructuras, es posible emplear alternativas preliminares de localización. Los resultados de este modelo deben analizarse en conjunto con los obtenidos para el modelo de visibilidad sin proyecto, estableciendo la intervisibilidad de los dos escenarios.

7.5.3 Oceanografía

Es importante que la determinación y valoración de impactos ambientales consideren, entre otros, los escenarios de cambio climático, incluyendo cómo el aumento del nivel del mar afecta al proyecto, obra o actividad y, de qué manera este fenómeno modifica los impactos que el proyecto puede generar en las condiciones ambientales. Para estos escenarios (principalmente mareas), se deben tomar como referencia los análisis contenidos en el documento “Elaboración del análisis de vulnerabilidad marino - costera e insular ante el cambio climático para el país” desarrollado por el Invemar (2017) en el marco de la Tercera comunicación nacional o en su versión más reciente. También se pueden emplear otros análisis provenientes de fuentes alternativas de información que cuenten con idoneidad técnica y científica, como universidades, centros de investigación, publicaciones especializadas en el tema o proyectos con licencia ambiental.

8. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

El Decreto 1076 de 2015 exige en el numeral 6 de su artículo 2.2.2.3.5.1 la incorporación de una “*Evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto*” en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), con el propósito de incorporar los principios y mandatos estipulados por la Ley 99 de 1993, que buscan la evaluación de los costos ambientales para prevenir, corregir y restaurar el deterioro ambiental y para conservar los recursos naturales renovables, en los instrumentos de manejo y control ambiental.

[227] Los modelos de visibilidad para el escenario con proyecto deben ser desarrollados empleando herramientas de análisis espacial como las que ofrecen los softwares ArcGIS, QGIS, INVEST, entre otros, según lo sugiere el Sistema de Evaluación Ambiental chileno (SEA) en su documento de 2019 “*Guía para la evaluación de impacto ambiental del valor paisajístico en el SEIA*”.

En este marco, la Evaluación Económica Ambiental (EEA) permite que el EIA se constituya en una herramienta técnica para garantizar la proporcionalidad entre las pérdidas de bienestar producidas por los impactos ambientales no internalizables[228] y las ganancias de bienestar generadas por las externalidades positivas que conlleva el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, es decir, para garantizar que los costos ambientales generados por dichos impactos sean menores que los beneficios y que su ejecución propicie ganancias en términos de bienestar social y ambiental. Además, la EEA permite la internalización de impactos mediante las medidas de prevención, corrección o mitigación (en este último caso, sólo una porción de los impactos es internalizada) contempladas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Igualmente, la EEA representa una herramienta técnica adicional para la cuantificación biofísica y monetaria que permite exigir la compensación y reparación de daños causados de acuerdo con el artículo 80 de la Constitución Política de Colombia de 1991, sin perjuicio de lo dispuesto en el procedimiento sancionatorio ambiental establecido por la Ley 1333 de 2009, o la norma que la sustituya o modifique.

8.1.1 Etapas de la evaluación económica ambiental en el proceso de elaboración del EIA

Una de las fuentes de información de las autoridades ambientales para el proceso de decisión respecto del otorgamiento o negación de la licencia ambiental de un proyecto, es la EEA. El proceso metodológico para desarrollar esta evaluación comprende las siguientes fases: i) identificación de los impactos ambientales positivos y negativos calificados como *significativos* de acuerdo con los resultados de la evaluación ambiental del EIA, ii) clasificación de los impactos ambientales en impactos internalizables y no internalizables, iii) cuantificación biofísica y; iv) análisis económico de impactos (análisis de internalización para los internalizables y análisis costo beneficio para los no internalizables) (ver Figura 18).

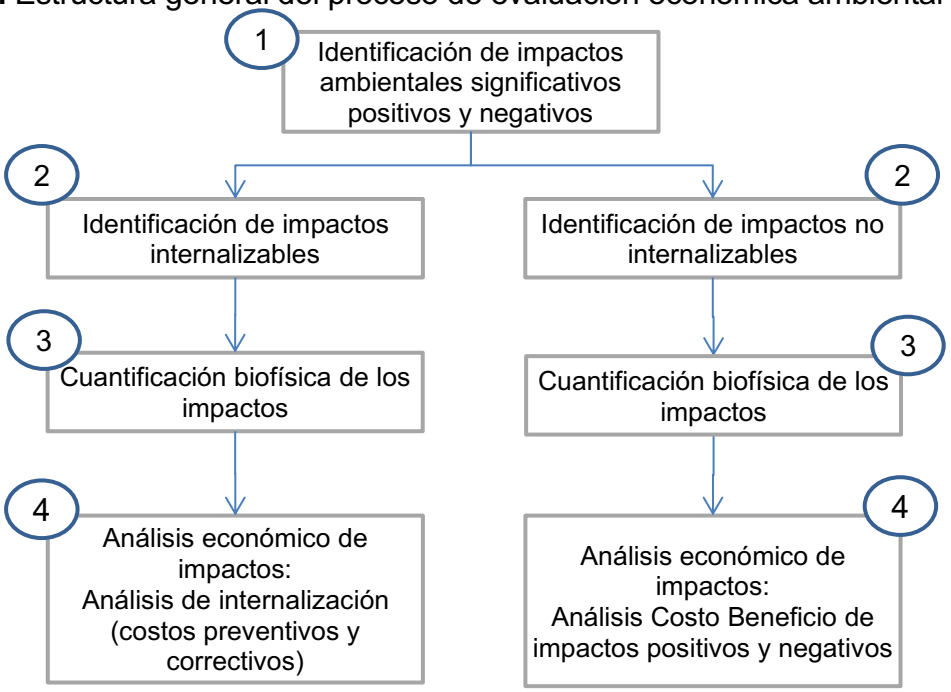
La EEA no es un acápite aislado en el EIA, se articula con los demás apartados de este estudio ambiental, especialmente con la evaluación ambiental (en la que se identifican y califican los impactos), la caracterización ambiental, la definición de la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, la evaluación de los servicios ecosistémicos, los programas de manejo ambiental, el plan de seguimiento y monitoreo, el plan de inversión de no menos del 1% y el plan de compensaciones del medio biótico.

Los requerimientos de información, procedimientos, consideraciones y referentes teóricos y metodológicos que se deben aplicar para desarrollar la EEA, se encuentran descritos en detalle dentro del documento anexo a la Resolución 1669 de 2017, o aquella que la

[228] Los impactos ambientales no internalizables no deben vulnerar los derechos fundamentales de la población. Cuando los impactos ambientales afecten los derechos fundamentales de la población, éstos deben ser prevenidos o corregidos.

sustituya *o* modifique, llamado *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*. Este documento, al ofrecer un panorama amplio de la aplicación de la economía ambiental en el marco del licenciamiento, facilita la comprensión y desarrollo de esta evaluación.

Figura 18. Estructura general del proceso de evaluación económica ambiental en los EIA



Fuente: ANLA - Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales, equipo Valoración Económica Ambiental, 2016.

A fin de complementar lo establecido en dicho documento y de especificar los alcances de la EEA dentro del EIA, a continuación, se describe brevemente cada una de sus etapas y se señala en qué lugar de éste se encuentra su descripción completa.

- **Identificación de los impactos significativos**: sólo este tipo de impactos debe ser incluido en el análisis económico. Los impactos ambientales significativos positivos y negativos en el ámbito de la EEA son aquellos calificados dentro de las tres categorías de mayor significancia establecidas en la evaluación de impactos ambientales (numeral 7). Esta identificación permite orientar el análisis de internalización y la selección de metodologías apropiadas para la valoración económica de las externalidades.

  Si se demuestra en el capítulo de evaluación ambiental que no existen impactos ambientales significativos consecuencia del proyecto, obra o actividad sobre un factor,

un componente o un conjunto de factores o componentes, para ellos no es exigible el desarrollo de la EEA.

La autoridad ambiental que evalúa la viabilidad ambiental del proyecto, obra o actividad sujeta a licenciamiento, se reserva la posibilidad de solicitar al interesado la inclusión de impactos significativos adicionales, teniendo en cuenta el contexto biofísico y socioeconómico del área de influencia, lo contenido en otros capítulos del EIA, así como la información de orden regional que posee para su área de jurisdicción.

- **Identificación de los impactos negativos internalizables y no internalizables**: una vez identificados los impactos ambientales significativos, éstos deben ser clasificados en internalizables y no internalizables; para ello, es necesario tener en cuenta la jerarquía de las medidas de manejo[229] y las siguientes definiciones:

  - Los ***impactos ambientales internalizables*** corresponden a impactos para los cuales las medidas de prevención y corrección contempladas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) garantizan que no existirán afectaciones sobre el bienestar de la población, pues pueden gestionarlas técnicamente[230]. Ello quiere decir, que estas medidas de manejo hacen posible que no se presenten cambios en las condiciones ambientales dada la ejecución de las actividades del proyecto.

  - Los ***impactos ambientales no internalizables*** corresponden a impactos que persisten y que no pueden ser prevenidos ni corregidos en su totalidad una vez han sido contempladas todas las medidas prevención y corrección del Plan de Manejo Ambiental. En ese sentido, los impactos ambientales no internalizables son impactos residuales que deben ser valorados económicamente, y cuyo monto debe ser un proxy de las medidas de compensación a realizar.

  Las consideraciones detalladas para el desarrollo de esta fase se encuentran en el Instructivo B del documento anexo a la Resolución 1669 de 2017, o aquella que la modifique o sustituya, *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental.*

[229] Conocida internacionalmente como jerarquía de la mitigación.

[230] Si en la práctica, dadas las condiciones particulares del proyecto, obra o actividad, es posible medir la fracción de los impactos mitigables que es efectivamente disminuida, esta fracción se debe incluir en la categoría de impactos ambientales internalizables; así, los impactos internalizables corresponderían a los impactos que son prevenidos y corregidos, y a la fracción mitigada de los impactos mitigables, mientras que los no internalizables, corresponderían a los impactos que no son prevenidos ni corregidos, y a la fracción no mitigada de los impactos mitigables.

Cabe recalcar que la clasificación de un impacto como internalizable, depende de la efectividad de las medidas de prevención y corrección contenidas en el PMA[231]. Para que sea considerado como tal, tales medidas deben conducir a que dicho impacto sea efectivamente manejado y no produzca afectaciones sobre el bienestar social, es decir, no debe corresponder a un impacto ambiental residual[232].

Si un impacto ambiental persiste aún con las medidas de prevención, mitigación y corrección contempladas, dicho impacto o la fracción no mitigada del mismo debe considerarse como no internalizable, y por consiguiente debe ser valorado económicamente. Durante esta etapa debe justificarse técnicamente la efectividad de las medidas de prevención, mitigación (señalando qué fracción efectivamente se mitiga) y corrección, contempladas en el PMA. Adicionalmente, es necesario destacar que todo impacto ambiental que pueda ser técnicamente internalizado debe ser internalizado.

- **Cuantificación biofísica de los impactos**: consiste en estimar, para los impactos ambientales significativos, el cambio en los parámetros ambientales, los servicios ecosistémicos, y/o en otros elementos del bienestar. Las unidades en las que expresan los impactos previsibles por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, deben ser las mismas en todos los capítulos del estudio ambiental a fin de asegurar la coherencia del documento y también, la obtención de resultados acertados en el proceso de evaluación económica ambiental.

  Las consideraciones detalladas para el desarrollo de este paso se encuentran en el Instructivo B del documento anexo a la Resolución 1669 de 2017, o aquella que la modifique o sustituya, *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los* proyectos*, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental.*

- **Análisis económico de impactos**: se deben realizar análisis económicos diferenciados para los impactos negativos internalizables y para los no internalizables de la siguiente forma:

  - Impactos internalizables: el ejercicio económico para este tipo de impactos se denomina análisis de internalización y consiste en asumir como valor de los impactos, el costo de implementación de las medidas de prevención y corrección

[231] Las medidas de mitigación pueden ser incluidas en el análisis de internalización siempre y cuando sea posible establecer la fracción mitigable del impacto, de lo contrario el valor del impacto debe ser incluido como un costo en el análisis costo beneficio.
[232] impacto ambiental que persiste en el ambiente debido a que no pudo ser prevenido ni corregido o a que, en tanto fue mitigado, se mantiene presente modificando las condiciones ambientales con una menor magnitud. Implica que debe ser objeto de compensación.

consignadas en el PMA. Este análisis permite hacer la trazabilidad del comportamiento de los impactos que serán objeto de seguimiento ambiental.

Las consideraciones detalladas para el desarrollo de este paso se encuentran en el Instructivo B del documento anexo a la Resolución 1669 de 2017, o aquella que la modifique o sustituya, *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*.

- Impactos ambientales no internalizables: este tipo de impactos se debe integrar en el Análisis Costo Beneficio de los impactos negativos y positivos, el cual consiste en comparar, bajo una misma unidad de medida, en un mismo momento del tiempo y lugar (área de influencia), los beneficios y costos ambientales que se generarían con la ejecución del proyecto. Las consideraciones detalladas para el desarrollo de este análisis se encuentran en el Instructivo A del documento anexo a la Resolución 1669 de 2017, o aquella que la modifique o sustituya, *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental.*

Es necesario tener en cuenta que, como parte del desarrollo de este Análisis Costo Beneficio es necesario cuantificar los impactos ambientales en términos económicos mediante la Valoración Económica para impactos no internalizables que se detalla en el Instructivo C del documento anexo a la Resolución 1669 de 2017, o aquella que la modifique o sustituya, *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en* los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, o mediante el uso de la metodología de transferencia de beneficios, cuyos alcances, restricciones y limitaciones se encuentran en el Instructivo D de dicho documento de criterios.

Los impactos positivos del proyecto, obra o actividad también deben ser valorados monetariamente a partir de una cuantificación biofísica o socioeconómica sustentada en los cambios que le sean atribuibles y que emplee información de referencia y fuentes oficiales o científicamente avaladas con la escala más detallada posible, así como otros documentos técnicos que orienten metodológicamente esta evaluación. Tales fuentes adicionales deben incluirse en los anexos del estudio.

A fin de comparar los costos y beneficios que ocurrirían dada la ejecución del proyecto, obra o actividad en sus diferentes etapas de ejecución, es necesario que dicho flujo de costos y beneficios corresponda a la duración de los impactos identificados en la evaluación ambiental, así como calcular el Valor Presente Neto (VPN) y la relación beneficio costo (RBC) haciendo uso de una tasa de descuento consistente con la resiliencia de los ecosistemas o elementos ambientales afectados, con la posibilidad de restaurarlos y con el periodo de manifestación de los impactos ambientales (Castro

et al., 2020). La Tabla 36 define los valores de la tasa de descuento que deben ser utilizados para proyectos, obras o actividades sujetos a licenciamiento ambiental[233].

Tabla 36. Tasa de descuento para proyectos, obras o actividades sujetos a licenciamiento ambiental

Duración del proyecto, obra o actividad	Tasa de descuento
Corto (0-10 años)	5%
Mediano (11-20 años)	4%
Largo (≥ 21 años)	2%

Fuente: ANLA - Grupo de instrumentos y regionalización, Equipo valoración económica ambiental -2020.

Adicionalmente, se debe ejecutar un análisis de sensibilidad que contemple el cambio de variables críticas para el flujo económico, por ejemplo, el incremento en los costos o la disminución en los beneficios más importantes del proyecto, obra o actividad desde la perspectiva ambiental, cambios en la tasa de descuento en proyectos ambientales, entre otras. La selección de variables críticas también debe considerar aquellos aspectos del análisis económico en los que haya mayor incertidumbre, restricciones o variabilidad de la información usada como base para la cuantificación económica de los impactos, entre otros.

Los resultados de la EEA deben integrarse a los demás criterios técnicos (abióticos, bióticos y socioeconómicos) que surjan de la evaluación ambiental, a fin de ilustrar con información relevante los beneficios y perjuicios que traería el proyecto, obra o actividad sobre el bienestar de la sociedad, evidenciando las limitaciones e incertidumbres propias de la información y de los métodos que se utilicen. Es necesario recordar que los resultados de la EEA son subsidiarios dentro del proceso de toma de decisión sobre la viabilidad ambiental del proyecto; es decir, la decisión de otorgar o no la licencia ambiental no se basa exclusivamente en dicha evaluación.

8.1.2 Etapas de la evaluación económica ambiental en el proceso de modificación de licencia ambiental

La información presentada para la solicitud de modificación de la licencia debe contener la descripción y evaluación de los nuevos impactos ambientales y la propuesta de modificación del PMA. Esto implica, que el análisis económico para el trámite de modificación de licencia debe seguir los pasos descritos en el numeral anterior (8.1.1), enfocándose exclusivamente

[233] Minambiente puede adoptar con posterioridad a la adopción de esta metodología otras tasas de descuento para el proceso de licenciamiento ambiental, las cuales deben ser utilizadas a partir del momento de su entrada en vigor.

en los impactos significativos generados por la modificación. En este sentido, se deben considerar:

i) Los nuevos impactos ambientales identificados como significativos.

ii) Los impactos ambientales que en la licencia vigente se catalogan como no significativos, pero que, debido a la modificación, adquieren un carácter significativo.

iii) Los impactos que, en la licencia vigente, son considerados como significativos y que continúan siéndolo con las actividades derivadas de la modificación.

Lo anterior debe estar alineado con lo desarrollado en el numeral 7: Evaluación Ambiental.

Se debe considerar que el análisis costo beneficio en este caso corresponde a un análisis global del proyecto (de la licencia, de sus modificaciones y de la modificación objeto de evaluación) que aborda los impactos significativos identificados a partir de la incorporación de nuevas actividades o la variación de las ya existentes y que incluye los cambios solicitados en los permisos de uso y aprovechamiento de recursos u otro tipo de modificación en la cuantificación biofísica resultado de las nuevas actividades de la solicitud de modificación del instrumento de manejo y control ambiental. En ese sentido, todo cambio en el dimensionamiento que implique impactos significativos debe quedar incorporado en la evaluación económica.

Para el caso de los impactos no internalizables y de los impactos positivos, el flujo de costos y beneficios resultante de la modificación debe integrarse dentro del flujo económico del proyecto, obra o actividad previamente licenciado o modificado. Es fundamental discriminar los valores asociados a cada trámite y estimar los indicadores económicos del análisis beneficio costo para el proyecto, obra o actividad en su conjunto. Para ello, todos los valores deben ser homogenizados a un mismo año base. Lo anterior es aplicable sólo a los proyectos, obras o actividades que ya incorporaban la EEA en su licencia o en modificaciones previas de su licencia.

Cabe destacar que la valoración económica de los impactos globales no internalizables del proyecto (incluyendo la licencia inicial y todas sus modificaciones) debe contar con la aprobación de la autoridad ambiental, sin obligaciones abiertas en la etapa de seguimiento derivadas de la licencia o sus modificaciones.

Si la EEA señala un Valor Presente Neto (VPN) global negativo y una relación beneficio costo inferior a uno, se deben verificar los causales de este resultado con el fin de revisar los impactos significativos negativos, su cuantificación biofísica, los beneficios presentados y las medidas de manejo que puedan internalizar impactos a través de su prevención y

corrección, así como de realizar modificaciones que mejoren el desempeño ambiental del proyecto que se busca modificar.

En caso de que la evaluación ambiental demuestre que la modificación de la licencia no genera impactos ambientales significativos, no procede la EEA; no obstante, en el numeral del EIA que corresponda a la EEA se debe incluir el sustento correspondiente.

9. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

La zonificación de manejo ambiental tiene como propósito establecer para el área de influencia del proyecto, obra o actividad, zonas homogéneas de acuerdo con el grado con el cual pueden ser intervenidas. Esta zonificación se obtiene a partir de la integración de la información procesada en los numerales: zonificación ambiental, evaluación ambiental y caracterización ambiental.

Dicha integración relaciona los diferentes grados de sensibilidad ambiental de las unidades de análisis de cada factor o componente (muy baja, baja, media, alta y muy alta), las categorías del potencial normalizado de modificación de las condiciones ambientales de los impactos (bajo, medio, alto y muy alto)[234] y las condiciones de manejo establecidas en instrumentos normativos, a fin de definir áreas de intervención, áreas de intervención con restricciones y áreas de exclusión, de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique o sustituya.

El procesamiento de información sobre *sensibilidad ambiental* y *potencial normalizado de modificación* de cada una de las unidades de análisis debe realizarse de manera cualitativa o cuantitativa mediante análisis espacial e integrarse, con la información espacial sobre condiciones de manejo que defina la normativa aplicable. Los resultados de tal análisis definen áreas de intervención, áreas de intervención con restricciones y áreas de exclusión, de acuerdo con las definiciones e interacciones *Potencial normalizado de modificación – Sensibilidad ambiental* que se señalan a continuación:

- **Área de intervención (AI):** área en la que la normativa vigente no impone prohibiciones y en la que la relación particular entre potencial normalizado de modificación de los impactos y sensibilidad ambiental es tal (ver Tabla 37), que es posible ejecutar cualquiera de las actividades del proyecto, obra o actividad; para la ejecución de tales actividades debe aplicarse la jerarquía de las medidas de manejo.

[234] Cuando un impacto es generado por más de una actividad, se debe tomar la categoría más alta de potencial normalizado de modificación de las condiciones ambientales, o bien, realizar el análisis de cada actividad de forma independiente diferenciando las unidades de análisis en las que actúan.

Tabla 37. Interacción Potencial normalizado de modificación – Sensibilidad ambiental que determina un área de intervención.

Potencial normalizado de modificación del impacto	Sensibilidad ambiental				
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Bajo	X	X	X		
Medio	X	X			
Alto	X				
Muy alto					

- **Área de intervención con restricciones (AIR):** área en la que es permitido ejecutar algunas de las obras o actividades del proyecto, obra o actividad de conformidad con la normativa vigente y la relación particular entre el potencial normalizado de modificación de los impactos y la sensibilidad ambiental (ver Tabla 38)[235]; para la ejecución de tales actividades debe aplicarse la jerarquía de las medidas de manejo.

Tabla 38. Interacción Potencial normalizado de modificación – Sensibilidad ambiental que determina un área de intervención con restricciones.

Potencial normalizado de modificación del impacto	Sensibilidad ambiental				
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Bajo				X	X
Medio			X	X	X
Alto		X	X	X	
Muy alto	X	X	X		

- **Área de exclusión (AE):** área en la que no es permitido ejecutar ninguna de las obras o actividades propias del proyecto, obra o actividad de conformidad con la normativa vigente y la relación particular entre el potencial normalizado de modificación ambiental de los impactos y la sensibilidad ambiental (ver Tabla 39).

Tabla 39. Interacción Potencial normalizado de modificación – Sensibilidad ambiental que determina un área de exclusión.

Potencial normalizado de modificación del impacto	Sensibilidad ambiental				
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta

[235] En caso de que se requiera, la definición de subcategorías para el área de intervención con restricciones (p. ej. área de intervención con restricción alta, media o baja) debe respetar y mantenerse dentro de los rangos de la regla de decisión establecida en la Tabla 38.

Bajo					
Medio					
Alto					X
Muy alto				X	X

Como se ve, para establecer la zonificación de manejo ambiental del área de influencia es necesario disponer de la representación espacial de la normativa ambiental que excluye total o parcialmente, o que impone condiciones específicas a la ejecución de actividades o a la construcción de obras e infraestructura; por ejemplo, aquellas normas relacionadas con el uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales renovables y con la definición de áreas con restricciones legales o con régimen especial de manejo.

La zonificación de manejo ambiental se debe definir mediante el siguiente procedimiento (ver Figura 19):

a) Recopilar información geográfica desarrollada o incorporada en otros numerales del EIA. El proceso de zonificación de manejo ambiental de las unidades de análisis de cada factor o componente requiere de información geográfica sobre:

   i. *Sensibilidad ambiental*. Obtenida del numeral 5 (Zonificación ambiental);

   ii. *Potencial normalizado de modificación del impacto* asociado a todos y cada uno de los impactos que alteran el factor o componente. Obtenida del numeral 7 (Evaluación ambiental) y;

   iii. Normativa relativa a las condiciones ambientales para el uso del territorio. Obtenida del numeral 4 (Caracterización ambiental). Es importante estudiar esta normativa desde el momento inicial del procedimiento, pues ésta determina en gran medida la zonificación de manejo ambiental del área de influencia del proyecto; en este sentido, mínimamente es necesario conocer qué actividades son permitidas, cuáles tienen restricciones y cuáles son excluidas, examinando las particularidades de las normas enfocadas en los componentes del ambiente (suelos, cuerpos de agua, coberturas de la tierra, ecosistemas, entre otras) o en las áreas político administrativas o de gestión ambiental del territorio.

   Si se considera pertinente y a fin de simplificar el procedimiento, es posible emplear el factor o componente objeto de zonificación como unidad mínima; para ello, se debe adjudicar al factor o componente, los valores más altos de *potencial normalizado de modificación del impacto* y de *sensibilidad ambiental* que hayan sido identificados en sus unidades de análisis constitutivas.

La información geográfica sobre *sensibilidad ambiental*, *potencial normalizado de modificación del impacto* y normativa, debe referirse solamente al área de influencia del factor, componente, medio o del proyecto, obra o actividad, según corresponda. Esta orientación aplica también a la información relativa a los impactos ambientales no significativos.

b) Determinar para cada unidad de análisis del factor o componente objeto de zonificación, la relación específica entre *potencial normalizado de modificación del impacto* y *sensibilidad ambiental*. Esta determinación se debe realizar mediante la superposición de la información espacial de las dos variables involucradas.

c) Asignar el tipo de manejo ambiental (*intervención*, *intervención con restricciones* o *exclusión*) a cada unidad de análisis según las relaciones encontradas en el paso anterior y la regla de decisión establecida en la Tabla 40. Por ejemplo, una unidad de análisis donde la *sensibilidad ambiental* sea media y el *potencial normalizado de modificación del impacto* sea bajo, corresponde a un *área de intervención*.

Se debe considerar que una misma unidad de análisis puede tener más de una situación de superposición, es decir, ella puede emplearse para representar diferentes fenómenos con distintas sensibilidades y, por tanto, estar sujeta a más de un impacto ambiental; por ejemplo, una vereda (unidad de análisis territorial) puede tener una *sensibilidad* media a un impacto del componente económico y a la vez, una *sensibilidad* baja a un impacto del componente demográfico (ver ejemplos en la Tabla 42).

Tabla 40. Matriz de decisión para establecer el manejo ambiental de cada relación *Potencial normalizado de modificación - Sensibilidad ambiental*

Potencial normalizado de modificación del impacto	**Sensibilidad ambiental**				
	Muy Baja	**Baja**	**Media**	**Alta**	**Muy Alta**
Bajo	AI	AI	AI	AIR	AIR
Medio	AI	AI	AIR	AIR	AIR
Alto	AI	AIR	AIR	AIR	AE
Muy alto	AIR	AIR	AIR	AE	AE

Es necesario que en el estudio ambiental se mencionen todas las interacciones entre el *potencial normalizado de modificación del impacto* y la *sensibilidad ambiental* que resulten de este procedimiento, por ejemplo, empleando una matriz de interacciones como la enseñada en la Tabla 42.

d) Integrar la información resultante del proceso anterior para generar mapas de zonificación de manejo ambiental de componentes, medios y de proyecto, obra o actividad (integración final) siguiendo la regla de decisión establecida en la Tabla 41. Así, se debe integrar la información de varios factores para establecer la zonificación de manejo ambiental de un componente, la de varios componentes para zonificar un medio y la de varios medios para zonificar el área de influencia del proyecto, obra o actividad.

Tabla 41. Matriz de decisión para integrar zonificaciones de manejo ambiental intermedias[236]

Zonificación de manejo ambiental intermedia (A)	**Zonificación de manejo ambiental intermedia (B)**		
	AI	**AIR**	**AE**
AI	AI	AIR	AIR
AIR	AIR	AIR	AIR
AE	AIR	AIR	AE

Por ejemplo, si la zonificación de manejo ambiental de una unidad análisis de un componente ambiental corresponde a *intervención* y la de otro componente ambiental corresponde a *intervención con restricciones*, la zonificación de manejo ambiental del medio, para esa unidad de análisis específica, corresponde a un *área de intervención con restricciones*. Si a este ejemplo se le agrega otro componente clasificado como *área de exclusión*, la zonificación de manejo ambiental del medio, para la unidad de análisis, corresponde a un *área de intervención con restricciones*, dado que en ella confluye un *área de intervención con restricciones* y un área de *exclusión*.

Es importante notar que la propiedad que tienen las *áreas de intervención con restricciones* de permitir a la vez la ejecución de algunas actividades u obras y de restringir otras, ocurre por dos situaciones diferentes. La primera está asociada a una condición intrínseca de la unidad de análisis del factor o componente objeto de estudio y, la segunda, a una condición de superposición de factores, componentes o medios.

Por ejemplo, un factor es clasificado como *área de intervención con restricciones* por sus condiciones inherentes, mientras que un componente con dicha clasificación puede ser resultado de la superposición de factores con diferentes tipos de manejo, que pueden ir desde el enteramente restrictivo, hasta el totalmente permisivo. Este ejemplo también es válido para las demás escalas jerárquicas del proceso, es decir, para las áreas de influencia de los componentes que constituyen las de los medios y, para las de los medios que conforman la del proyecto, obra o actividad.

[236] Una zonificación de manejo ambiental intermedia corresponde a la zonificación de manejo ambiental de un factor, de un componente o de un medio. La zonificación de manejo ambiental final corresponde a la zonificación de manejo ambiental del proyecto, obra o actividad.

e) Reclasificar la zonificación de manejo definida en el paso anterior de acuerdo con las disposiciones fijadas en la normativa, cuando ésta última sea más restrictiva. Esto se realiza superponiendo el resultado del proceso anterior con la información geográfica sobre áreas que, según la normativa, tienen un estatus de protección, restricción particular sobre la ejecución de actividades o el desarrollo de obras o infraestructuras o, en general, cualquier manejo ambiental específico.

   Al finalizar el proceso es necesario señalar para cada categoría de manejo ambiental, qué tipo de actividades u obras es posible desarrollar, cuáles de ellas pueden desarrollarse con restricciones y cuáles están prohibidas.

Se debe presentar a la autoridad ambiental los mapas de manejo ambiental de los medios y del área de influencia del proyecto, obra o actividad de acuerdo con la estructura definida por la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya.

Para los proyectos, obras o actividades a los que se refiere el artículo 2.2.2.3.1.4 del decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya, la zonificación de manejo ambiental debe establecerse a partir de las *posibles* localizaciones en las que es viable el desarrollo de sus actividades, identificadas en el numeral 1 de este capítulo (descripción del proyecto).

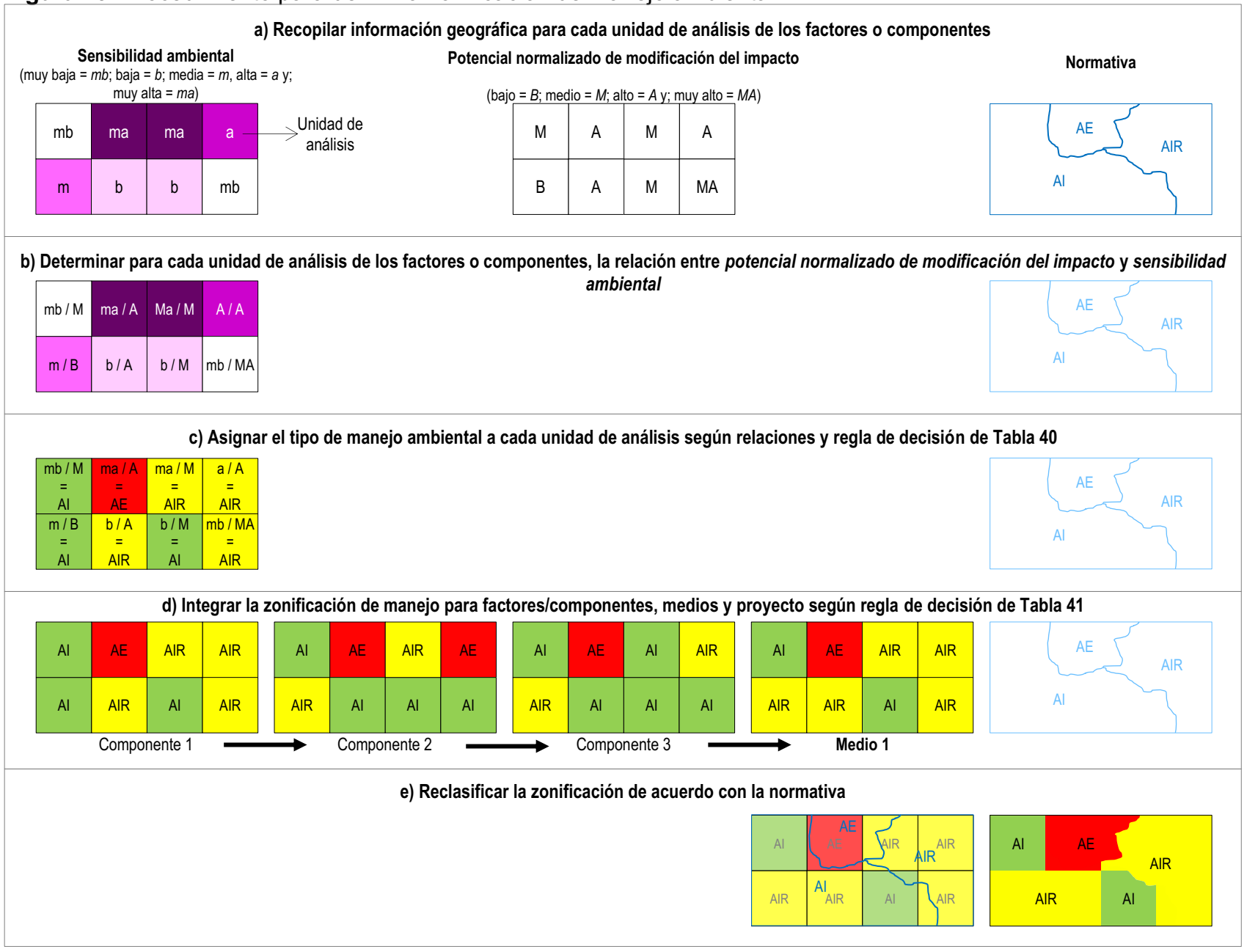
Es importante tener en cuenta que la zonificación de manejo ambiental es un proceso iterativo, que si se ejecuta en etapas tempranas de la formulación de un proyecto, obra o actividad, permite realizar ajustes a su ingeniería, tecnología, diseño y localización, y así reconfigurar sus interacciones con la sensibilidad ambiental del área de referencia, evitando la generación de impactos ambientales, o bien reduciendo la cantidad de aquellos con alto potencial de modificación de las condiciones ambientales.

Finalmente, es pertinente recordar que la zonificación de manejo ambiental junto con la jerarquía de las medidas de manejo, constituyen herramientas para la formulación de medidas de manejo que gestionen de manera eficaz los impactos ambientales que se generen por la ejecución de un proyecto, obra o actividad.

Tabla 42. Ejemplo matriz de interacciones

Medio	Componente	Unidad de análisis	Potencial normalizado de modificación	Incremento en la concentración de arsénico	disminución de la oferta hídrica para consumo humano	Incremento en la densidad aparente del suelo	Bioacumulación de metales pesados en organismos acuáticos	Disminución en la producción agropecuaria
				Medio	Muy alto	Medio	Alto	Alto
			Sensibilidad ambiental					
Abiótico	Hidrológico	Cuenca hidrológica A	Muy baja	AI	AIR			
		Cuenca hidrológica B	Media	AIR	AIR			
	Edafológico	UCS 1	Baja			AI		
		UCS 14	Media			AIR		
		UCS 8	Muy alta			AIR		
Biótico	Ecosistemas terrestres	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Muy Alta				AE	
		Zonas pantanosas	Muy alta				AE	
		Canal	Baja				AIR	
Socioeconómico	Económico	Vereda CB	Muy alta					AE
		Vereda MC	Media					AIR
		Vereda FE	Alta					AIR

Figura 19. Procedimiento para definir la zonificación de manejo ambiental



10. PLANES Y PROGRAMAS

Los planes y programas constituyen un elemento fundamental no sólo para el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), sino también para el proceso de licenciamiento ambiental, pues a través de ellos se formula el conjunto ordenado y armónico de acciones y medidas, que tienen como propósito la gestión de los impactos ambientales generados en todas las etapas de ejecución de un proyecto, obra o actividad, la reducción del riesgo y el manejo de contingencias que puedan generar impactos ambientales, así como la formulación de inversiones establecidas por la Ley y de medidas que retribuyan los impactos generados sobre los ecosistemas; importante tener en cuenta que las medidas de compensación además de posibilitar el objetivo último de la jerarquía de las medidas de manejo, tienen la capacidad de generar impactos ambientales positivos adicionales.

Para formular los planes y programas, es esencial tener un conocimiento detallado de las características del proyecto, obra o actividad que se propone, del uso y aprovechamiento de recursos naturales que éste requiere, de las condiciones y sensibilidad del ambiente en el que se prevé su ejecución, de las características de los impactos que genera (grado de modificación de condiciones ambientales, lugares y momentos de su manifestación, relaciones causales que los generan, entre otras), y también, de la normativa ambiental que define las reglas de las compensaciones e inversiones por el uso de recursos naturales renovables.

En síntesis, la formulación de planes y programas procura el cumplimiento del objetivo de la licencia ambiental como instrumento para garantizar el derecho a gozar de un ambiente sano[237], de modo que en ellos se deben incorporar medidas eficaces que garanticen la gestión integral de las implicaciones, riesgos y contingencias ambientales del proyecto, obra o actividad. La estructuración de tales medidas debe efectuarse de forma sistemática, minuciosa y detallada partiendo de las características del proyecto, obra o actividad, de las condiciones ambientales y de los resultados de la evaluación ambiental y de la zonificación de manejo ambiental.

Es importante que la formulación de las medidas y acciones que componen los planes y programas de los proyectos, obras o actividades a los que se refiere el artículo 2.2.2.3.1.4 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya, considere todas las posibles localizaciones en las que es viable el desarrollo de sus actividades y la construcción de obras o infraestructuras, con el fin de asegurar que tales medidas y acciones sean efectivas en cualquiera de los posibles emplazamientos de estos proyectos.

[237] En la medida en que este derecho guarda una relación de interdependencia con otros derechos humanos, asegurar el cumplimiento de los objetivos de la licencia a través de medidas efectivas, previene que los derechos conexos sean incididos de forma negativa por la eventual ejecución del proyecto.

Asimismo, la formulación de los planes y programas del EIA debe considerar que en algunas oportunidades las medidas y acciones establecidas con un propósito bien definido en el marco de un plan, tienen la posibilidad de contribuir al cumplimiento de los objetivos de otros planes desarrollados en el EIA o bien, de constituir en sí mismas medidas o acciones que pueden incluirse en más de un plan a la vez. Por ejemplo, es posible que una medida de manejo de impactos ambientales sea al mismo tiempo una medida de reducción del riesgo, de mitigación de GEI o de adaptación al cambio climático. En caso de que ocurra, es necesario hacer notar esta cualidad de las medidas y acciones en el EIA.

La gestión de los impactos ambientales negativos que genera un proyecto, obra o actividad, la implementación de compensaciones, la reducción de riesgos y la respuesta a contingencias (cuando apliquen), se logra no sólo mediante la ejecución de medidas enfocadas directamente en la obtención de estos propósitos, sino también, a través del seguimiento y monitoreo de la evolución de las condiciones del ambiente y de la eficacia de las medidas implementadas, dado que el seguimiento y monitoreo como actividad de obtención, procesamiento y evaluación de información, permite retroalimentar y mejorar continuamente el proceso de gestión ambiental.

Para la formulación de las medidas y acciones mediante las que se implementan los planes y programas, también es posible emplear aproximaciones como las de las soluciones basadas en la naturaleza, en los ecosistemas o las comunidades, con el fin de manejar los impactos, reducir los riesgos y de generar de forma simultánea mejoras en la gestión ambiental del proyecto, en el bienestar de las comunidades, en la integridad de los ecosistemas y la biodiversidad y en la resiliencia climática, garantizando así la provisión de servicios ecosistémicos, entre otros beneficios.

Es importante señalar que para la formulación de los planes y programas se deben incorporar los insumos, saberes, sugerencias, recomendaciones o alertas *pertinentes* que resulten de los procesos de información y participación con los grupos de interés del área de influencia[238]. La pertinencia de los aportes debe evaluarse y documentarse a partir de su complementariedad respecto de las medidas que se planteen para los planes y programas; de su congruencia con los impactos u objetivos que buscan manejar o desarrollar y; de su efectividad para manejar impactos o cumplir objetivos. Esta evaluación e incorporación de los aportes contribuye constructivamente a la elaboración del estudio.

Dichos aportes deben ser incorporados de manera expresa en el documento, de tal forma que se evidencie su incidencia en el resultado de este numeral y, en caso de estimarlos como no pertinentes, se deben indicar y sustentar las razones por las cuales no se

[238] En caso de que exista relacionamiento o interacción con personas, grupos u organizaciones defensoras de derechos humanos, se deben seguir los lineamientos que a este respecto establece el numeral 3.2.1.1 del capítulo III.

incorpora un determinado aporte a los planes y programas. En caso de que los grupos de interés no brinden insumos, saberes, sugerencias, recomendaciones o alertas, esta situación debe consignarse y documentarse en el estudio ambiental.

Como parte de este numeral, y con el fin de cumplir con los objetivos de planificación ambiental, se deben elaborar y presentar los siguientes planes de acuerdo con el contenido y lineamientos metodológicos que se establecen en los numerales que se encuentran a continuación.

- Plan de manejo ambiental.
- Plan de seguimiento y monitoreo.
- Dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo.
- Plan de desmantelamiento y cierre ambiental.
- Plan de inversión de no menos del 1%.
- Plan de compensaciones del medio biótico en el marco del proceso de licenciamiento ambiental.
- Plan de gestión de cambio climático.

10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental constituye una descripción detallada del conjunto de medidas, actividades y acciones que producto de la evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar todos los impactos ambientales que puedan ser generados por el normal desarrollo de un proyecto, obra o actividad durante todas sus etapas de ejecución[239]. Éste es uno de los numerales más importantes del EIA, pues de su correcta formulación, depende en gran medida el desempeño ambiental del proyecto, obra o actividad, de manera que debe elaborarse de la forma más minuciosa posible y siempre atendiendo a los principios que establece la Ley ambiental y considerando enfoques diferenciales, el respeto de los derechos humanos y la promoción de dinámicas sociales de provención[240] de conflictos socioambientales.

[239] Que comprenden, según aplique, su preconstrucción (planeación, emplazamiento y adecuación), construcción, operación y desmantelamiento y cierre ambiental.
[240] La provención de conflictos es el conjunto de conocimientos y habilidades puestos en práctica para comprender e intervenir en la resolución pacífica y no violenta de los enfrentamientos entre dos o más personas. En el marco del plan de manejo ambiental no se espera que se planteen medidas para manejar

Una buena determinación y valoración de impactos ambientales es fundamental para una correcta formulación de medidas de manejo ambiental. A medida que se identifica y valora de forma más rigurosa un impacto, es posible en esa misma medida, prevenirlo, mitigarlo, corregirlo y compensarlo, pues se conoce con mayor precisión entre otras características, en qué consiste, y dónde y cuándo se podría manifestar. Por ejemplo, para formular medidas de manejo realmente efectivas no basta con establecer que el proyecto, obra o actividad va a generar contaminación atmosférica, es necesario saber exactamente qué elemento del ambiente se impacta (caracterizado mediante un parámetro, indicador o índice ambiental), en qué grado se modifica, en qué etapas del proyecto ocurre, qué actividades o qué impactos lo generan, y en qué área del territorio se expresa y que tipo de grupos de interés están involucrados, entre otras.

Las medidas que se formulen deben responder a la jerarquía de las medidas de manejo[241], de forma que en primera instancia éstas se enfoquen en el desarrollo de acciones para prevenir la ocurrencia de los impactos, que como segunda opción se encaminen a mitigarlos y minimizarlos que, en tercer lugar, se dirijan a corregir o restaurar las condiciones del ambiente que sean impactadas y, por último, que se enfoquen en compensar[242] o resarcir los impactos ambientales residuales.

Tales medidas de manejo deben formularse de manera que su ejecución permita el desarrollo del proyecto, obra o actividad para el cual se proponen, buscando que prevengan los impactos (especialmente y en la medida de lo posible, los de potencial de alteración negativa considerable y los irreversibles), que corrijan o mitiguen los impactos que no pueden prevenirse con el fin de disminuir su significancia y, que compensen los impactos residuales que permanecen en el medio. Lo anterior quiere decir, que la formulación de las medidas de manejo debe permitir el desarrollo del proyecto, obra o actividad y prevenir lo prevenible, mitigar lo mitigable, corregir lo corregible y compensar lo compensable, en ese orden.

Ya que el ambiente es un sistema complejo con múltiples interacciones, las cuales pueden verse seriamente alteradas por los proyectos sujetos a licenciamiento ambiental, es fundamental formular medidas de manejo desde una perspectiva integral que reconozca las conexiones que existen al interior y entre los medios, componentes y factores, que ellas configuran ecosistemas naturales, ecosistemas transformados y servicios ecosistémicos, y

situaciones como el conflicto armado u otros conflictos que ocurren en los territorios; en este plan pueden incluirse medidas que busquen resolver los conflictos que ocurren a raíz de la ejecución del proyecto, así como prevenir la exacerbación de conflictos previos empleando, en ambos casos, herramientas como la provención de conflictos.

[241] Conocida internacionalmente como la jerarquía de la mitigación.

[242] No se deben establecer medidas dirigidas a compensar impactos residuales que vulneren los derechos fundamentales de la población, pues por principio, la formulación de proyectos no puede permitir la generación de impactos residuales que vulneren este tipo de derechos.

que el proyecto puede generar cadenas de causa efecto, así como impactos acumulativos e impactos sinérgicos.

Por ello, las medidas de manejo pueden enfocarse tanto en el lugar de manifestación de los impactos, como en los procesos, actividades o impactos que los originan. Es una buena práctica formular medidas de manejo procurando que éstas se orienten hacia las causas que generan los impactos, a fin de focalizar los esfuerzos y hacer más efectiva su implementación; de esta forma, para formular medidas de manejo ambiental es importante recurrir a las relaciones causales entre actividades e impactos, y entre impactos y otros impactos (como las que ocurren en las relaciones de causa-efecto entre impactos directos e indirectos, o en las relaciones entre varios impactos que producen un impacto sinérgico) identificadas y descritas en el numeral de evaluación ambiental.

Por ejemplo, y considerando que existen impactos que causan impactos indirectos en diferentes medios (p. ej. el incremento de un contaminante en un cuerpo de agua -medio abiótico- puede afectar elementos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico), componentes o factores (p. ej. la alteración de las actividades económicas tradicionales de la población puede modificar los componentes económico, demográfico, cultural, entre otros), es necesario que sus medidas propendan por el manejo de sus causas o en su defecto, que se orienten a manejar todos los lugares del área de influencia en los que se presentan dichos impactos.

Es esencial que en plan de manejo ambiental se establezca para cada uno de los impactos que origina el proyecto, obra o actividad, por lo menos una medida de manejo que asegure una efectiva prevención, mitigación, corrección o compensación[243]; asimismo, se debe tener en cuenta que un impacto puede ser manejado mediante más de una medida, y que una misma medida puede ser empleada para manejar diferentes impactos. Incluso, una medida para el manejo de impactos ambientales puede contribuir a los propósitos de otros planes contenidos en el EIA o ser, al mismo tiempo, una medida de reducción del riesgo, de mitigación de GEI o de adaptación al cambio climático, por ejemplo.

Adicionalmente, para formular las medidas de manejo se debe tener en cuenta que la duración de un impacto no necesariamente coincide con la duración del proyecto, obra o actividad o con la de sus etapas de ejecución.

Si bien en la evaluación ambiental no se permite el uso de ciertos atributos para determinar los impactos ambientales significativos, tales atributos y sus calificaciones deben emplearse

[243] Se debe recordar que las medidas de compensación son acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser prevenidos, corregidos o mitigados, y que se ha establecido reglamentación específica para el caso de las compensaciones al medio biótico mediante la Resolución 0305 de 2026, o aquella norma que la modifique o sustituya.

como insumo para la formulación de las medidas de manejo. Por ejemplo, los atributos que señalan el tiempo que tarda en manifestarse el impacto luego de la ejecución de la actividad impactante (p. ej. momento y evolución), deben utilizarse a fin de establecer el momento más adecuado para aplicar las medidas de manejo; asimismo, los atributos usados para describir la posibilidad de recuperar las condiciones ambientales mediante acciones humanas, deben emplearse para identificar los impactos que pueden ser manejados mediante medidas de restauración; y los atributos dirigidos a diferenciar impactos directos e indirectos, deben utilizarse para asegurar que las medidas incidan en el elemento de la cadena causal que garantice la mejor gestión de los impactos.

Es importante tener en cuenta que la aplicación de algunas medidas de manejo para la gestión de los impactos que el proyecto, obra o actividad genera con el normal desarrollo de sus actividades puede resultar útil para la reducción del riesgo; por ello, es importante que cuando sea posible, se articule y armonice el plan de manejo ambiental con la dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo, no sólo con el fin de manejar los impactos del proyecto y de mitigar y prevenir el riesgo de forma eficaz, sino también, de ejecutar eficientemente ambos planes.

De ser posible, las medidas de manejo de impactos deben ser formuladas procurando que, además de prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales, contribuyan a la gestión del cambio climático, ya sea mediante la reducción de emisiones de GEI (mitigación) o la disminución de la vulnerabilidad y aumento de la resiliencia de los elementos del ambiente que pueden ser impactados por el proyecto (adaptación)[244]. Asimismo, es necesario identificar qué medidas de manejo de impactos son también medidas de mitigación de GEI o de adaptación al cambio climático y, con este fin, se debe describir cómo las medidas de manejo identificadas contribuyen a la gestión del cambio climático, ya sea reduciendo las emisiones o disminuyendo la vulnerabilidad y fortaleciendo la resiliencia frente a los riesgos climáticos.

Asimismo, las medidas de manejo deben formularse teniendo en cuenta que es posible que en el futuro las actividades económicas y los proyectos con licencia ambiental que se ejecutan en el área de influencia induzcan cambios en las condiciones ambientales que, a su vez, exacerben los impactos que puede generar el proyecto objeto de evaluación, incluso los residuales que tienen la capacidad de acumularse o de desencadenar procesos sinérgicos.

Es fundamental que durante los espacios de participación se consulte a las comunidades impactadas acerca de sus objetivos, prioridades o necesidades de planeación, con el fin de que las medidas de compensación se formulen buscando generar aportes a su territorio y

[244] Las orientaciones referidas a la disminución de las emisiones netas de GEI y a los riesgos del cambio climático pueden consultarse en los numerales 10.7.2 y 10.7.3, respectivamente.

promoviendo la participación activa de las comunidades en la toma de decisiones relacionadas con temas ambientales, en caso de que ello sea posible.

Además de atender los impactos ambientales conforme a la jerarquía de la mitigación, las medidas de manejo contribuyen a la materialización del principio de debida diligencia en materia de derechos humanos y a la prevención del riesgo o vulneración de derechos humanos por el desarrollo del proyecto. Con este propósito, es necesario que la formulación de las medidas considere las particularidades de los titulares de derechos que podrían verse afectados (por ejemplo, la cantidad total de personas y los tipos de beneficiarios de SSEE), especialmente, de los sujetos de especial protección constitucional y de quienes dependen de los servicios ecosistémicos. Aun cuando la formulación de medidas considera estas particularidades, no es necesario formular medidas de forma diferenciada según el tipo de población para cada impacto.

Asimismo, se debe argumentar cómo cada una de las medidas de manejo de los impactos ambientales que inciden negativamente en los derechos humanos, previenen tal afectación. Este análisis argumentativo debe partir de la capacidad de las medidas para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales y, basándose en la relación entre el derecho a gozar de un ambiente sano y los derechos humanos conexos, resaltar cómo las medidas previenen los impactos negativos y riesgos a los derechos humanos; el análisis puede tener en cuenta, entre otros, la jurisprudencia de tribunales domésticos e internacionales, recomendaciones en derechos humanos y empresas de organizaciones internacionales (p. ej. OCDE, ONU), criterios de responsabilidad social empresarial, buenas prácticas y doctrina en materia de derechos humanos.

En los casos en los que la Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa determine la procedencia de la consulta previa y ésta haya culminado con acuerdos protocolizados previo a la radiación del EIA, las medidas de manejo *de carácter ambiental* asociadas a los impactos del proyecto que resulten de tales acuerdos deben ser incluidas de manera separada o diferencial en el plan de manejo ambiental, por ejemplo, a través de un programa específico. Se debe señalar de forma explícita, cuándo una medida de manejo de carácter ambiental aplica tanto a comunidades étnicas como a comunidades no étnicas.

En caso de que el área de influencia del proyecto se superponga con las áreas de influencia de proyectos, obras o actividades licenciados, se debe tener en cuenta la forma en que tales proyectos, obras o actividades manejan los impactos que pueden acumularse o generar sinergias con los impactos del proyecto de interés, con el fin de establecer la responsabilidad que le concierne y en consecuencia, formular medidas de manejo eficaces, de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.2.3.6.4 del Decreto 1076 de 2015, o aquella norma que lo modifique o sustituya. Esta actividad se debe ejecutar mediante la revisión de la información

disponible que se consigne en la caracterización ambiental y la consulta a entidades competentes del Estado245.

Para asegurar la coherencia del EIA y el desarrollo lógico y eficaz del proceso de licenciamiento ambiental, es esencial que en el plan de manejo se enuncien exactamente las mismas denominaciones establecidas en el numeral de evaluación ambiental, tanto para cada impacto específico, como para las categorías estandarizadas en las cuales se agrupan, a fin de dar total claridad sobre cuáles son las medidas que permiten el manejo de un impacto ambiental en particular; asimismo, es necesario que exista congruencia entre los objetivos de manejo que se planteen y los indicadores que se establezcan para hacer seguimiento.

La elaboración del plan de manejo ambiental debe asegurar el manejo eficaz e integral de todos los impactos ambientales negativos (es preciso recordar que este plan no aplica para los impactos de carácter positivo), así como considerar los planes de desarrollo regional y local, en caso de existir, así como los planes de ordenamiento ambiental territorial, a fin de buscar coherencia con los mismos.

El plan de manejo ambiental debe definir para cada medida lo siguiente:

- Impactos que maneja, señalando para cada uno de ellos, la categoría estandarizada de impactos en la cual se clasifica, su significancia y el derecho humano sobre el que puede incidir negativamente, en caso de aplicar. Se debe tener en cuenta que todos los impactos del proyecto deben tener por lo menos una medida de manejo asociada y, que una medida de manejo puede atender más de un impacto a la vez.

- Objetivo (prevención, mitigación, corrección o compensación).

- Otros planes con los que se relaciona o a los cuales contribuye (por ejemplo, si es a la vez una medida de mitigación de GEI, de adaptación al cambio climático o de reducción del riesgo), en caso de aplicar.

- Metas relacionadas con cada objetivo. De acuerdo con el objetivo de la medida de manejo (prevención, mitigación, corrección o compensación), las metas deben especificar de forma cuantitativa si ello resulta posible, qué resultados finales y parciales en el parámetro, indicador o índice ambiental asociado se espera obtener mediante la aplicación de tal medida.

[245] La información sobre los proyectos con licencia ambiental puede obtenerse mediante herramientas como el Sistema para el Análisis y Gestión de Información del Licenciamiento Ambiental (AGIL) o la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales (VITAL). En caso de no encontrar información en estas plataformas, se debe consultar directamente a las autoridades ambientales competentes del seguimiento a tales proyectos licenciados, así como documentar y presentar en el EIA las consultas efectuadas.

- Listado de acciones específicas a ejecutar para desarrollarla.

- Etapas y fases del proyecto, obra o actividad en las que se prevé su implementación.

- Cronograma anual estimado de su implementación.

- Lugares de aplicación, señalando siempre que sea posible su ubicación en términos de coordenadas o de unidades de análisis. Estos lugares deben estar asociados al área de manifestación o al lugar en el que se generan los impactos.

- Descripción sucinta de las obras que se propone construir. Los diseños deben presentarse como documentos anexos al estudio, en caso de aplicar.

- Argumentación sobre cómo previene los riesgos o los impactos negativos a los derechos humanos, en caso de aplicar.

- Estimativo de los recursos (humanos, técnicos y tecnológicos, maquinaria y equipos, materiales, entre otros) y costos necesarios para su implementación.

- Indicadores para medir su eficacia[246].

  Estos indicadores son de suma importancia para el beneficiario de una licencia ambiental y el grupo de seguimiento de la autoridad ambiental, pues es a través de ellos que es posible acometer el proceso de seguimiento ambiental al proyecto, obra o actividad, y tomar las decisiones a que haya lugar.

10.1.1 Consideraciones específicas para la formulación de medidas

- Las medidas formuladas (p. ej. procesos de generación, fortalecimiento, acompañamiento y gestión de capacidades, habilidades y herramientas dirigidas al cambio de oficio) para promover el tránsito de los trabajadores del proyecto, obra o actividad hacia nuevas actividades económicas una vez éste o sus etapas de ejecución finalicen, deben procurar que los trabajadores construyan alternativas económicas, sistemas productivos u otros emprendimientos acordes con sus necesidades, que sean armónicos con los usos del suelo establecidos en los

[246] El indicador de eficacia de cada medida, en lo posible, debe referirse directamente al parámetro que resulta alterado y que se está manejando; no debe plantearse como un indicador de gestión, es decir, como un indicador que señale la cantidad de actividades, capacitaciones, talleres, o reuniones ejecutadas, o la cantidad de insumos o recursos empleados para la implementación de la medida. Los indicadores de gestión pueden usarse como complemento de los indicadores que se establecen para informar sobre la eficacia de las medidas de manejo, pero nunca como su reemplazo.

instrumentos de ordenamiento territorial (referenciados en el plan de desmantelamiento y cierre ambiental), que garanticen la sostenibilidad ambiental y que mejoren sus condiciones socioeconómicas y calidad de vida.

- La formulación de las medidas encaminadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos de la etapa de desmantelamiento y cierre ambiental, debe realizarse tomando como fundamento los impactos ambientales generados por las actividades de reconfiguración y restauración, los impactos ambientales que persistan por la ejecución del proyecto, obra o actividad (para el caso del plan que hace parte del estudio elaborado para iniciar la etapa de desmantelamiento y cierre ambiental), así como la conservación de los ecosistemas estratégicos presentes en el área de influencia del proyecto, obra o actividad.

- Se deben formular medidas de manejo para aplicar en caso de que el proyecto, por circunstancias internas o externas, deba cesar sus actividades de construcción u operación de forma imprevista y definitiva sin tener aprobado el inicio de la etapa de desmantelamiento y cierre ambiental. El propósito de estas medidas es asegurar el mantenimiento de las condiciones ambientales, evitando el aumento de la significancia de los impactos del proyecto o bien, la manifestación de impactos ambientales adicionales.

- Las actividades de ahuyentamiento de fauna y rescate, manipulación y reubicación de organismos biológicos, deben ser incorporadas como medidas de manejo al plan de manejo ambiental, señalando además de los ítems aplicables a todas las medidas de manejo (listados atrás), una descripción de los métodos para su ejecución. Asimismo, en la formulación de estas medidas de manejo se debe especificar que para su aplicación es necesario diligenciar un registro que detalle la siguiente información:

  - Código único consecutivo de los individuos objeto de captura.
  - Fecha y hora de la captura.
  - Especie, familia y orden.
  - Coordenadas de rescate y reubicación en caso de capturas temporales.
  - Registro fotográfico por código único, tanto del rescate, como de su reubicación.
  - Fichas medicas veterinarias para individuos que requieran algún procedimiento médico, que indiquen el estado de ingreso y egreso, así como el reporte de mortalidad de individuos (capturas no temporales).

La formulación de estas medidas debe considerar que la reubicación de fauna debe realizarse buscando generar el menor estrés posible a los individuos. Así, las medidas referidas a capturas temporales (rescate, manipulación y reubicación) deben plantear la liberación inmediata, en el mismo ecosistema (ojalá en el área de influencia), de los individuos y; las medidas referidas a capturas no temporales, cuando los rescates consideran sedación o los individuos han sufrido afectaciones en el proceso, deben plantear la atención propia de un centro de paso, señalando que el manejo de los individuos se realizará de manera articulada y siguiendo las orientaciones de la autoridad ambiental competente.

Se debe tener en cuenta que, posterior a la atención en el centro de paso, la liberación de los individuos está condicionada a las determinaciones de la autoridad ambiental competente y a la necesidad de un área que sea idónea en términos de hábitat y capacidad de recepción de fauna.

- Las medidas de manejo asociadas a las especies de plantas y líquenes en veda deben incluirse en el plan de manejo ambiental, describirse mediante los ítems aplicables a todas las medidas de manejo y formularse considerando los siguientes lineamientos:

  - Las áreas a las cuales se prevé trasladar los especímenes de estos organismos deben tener condiciones óptimas para su desarrollo, por ello resulta necesario considerar las características ecosistémicas de tales áreas en términos de composición florística de los diferentes hábitos de crecimiento, estructura vertical y horizontal, conectividad ecológica, microclima, suelos, grado de disturbio y estado de sucesión vegetal y disponibilidad de recursos y espacio. Para garantizar la disponibilidad de recursos y espacio, es necesario tener en cuenta la composición y riqueza de las poblaciones de flora y líquenes, y la disponibilidad y arquitectura de árboles receptores (potenciales forófitos) y de otros sustratos que sirvan de hábitat receptor.

  - Las áreas a las cuales se prevé trasladar los especímenes de estos organismos deben localizarse, en lo posible, dentro del área de influencia del proyecto, obra o actividad; si ello no es posible, deben ubicarse en AEIA o en áreas con condiciones ecológicas similares.

  - Las áreas a las cuales se prevé trasladar los especímenes de estos organismos deben garantizar que en ellas sea posible aplicar la medida de manejo durante todo el periodo previsto para su implementación y, de ser posible, también en el largo plazo.

- La información geográfica de las áreas a las cuales se prevé trasladar los especímenes de estos organismos debe ser incorporada al Modelo de Almacenamiento Geográfico.

- Las medidas de manejo para impactos sobre el paisaje en áreas de valor patrimonial deben priorizar estrategias como la ocultación (p. ej. uso de barreras visuales o topográficas), mimetización (p. ej. uso de materiales y colores afines al entorno), contextualización (adaptación de la infraestructura a las tipologías arquitectónicas y volumetrías locales) y naturalización (p. ej. recuperación de coberturas vegetales nativas para integrar la obra al entorno).

- Para proyectos que impliquen la caza de fomento de especímenes silvestres, las medidas de manejo de los impactos generados por la remoción de individuos del medio deben enfocarse en la protección de las especies o en la protección y restauración de hábitats, con el fin de controlar las amenazas a las que se enfrentarían las poblaciones de las especies objeto de caza o de las especies de fauna o flora con las que éstas sostienen relaciones biológicas estrechas.

- Para los proyectos, obras o actividades de infraestructura de transporte para los cuales se hayan identificado áreas de interés forense, es necesario incorporar una medida de manejo que permita la aplicación del protocolo para la salvaguarda y protección de cuerpos de presuntas víctimas del conflicto armado colombiano; lo anterior, de acuerdo con la orden judicial Justicia Especial para la Paz -Sección de primera instancia para casos de ausencia de reconocimiento de verdad y responsabilidad- Al 070 de 2022 y Al 017 de 2024.

- Cuando se prevea la posibilidad de entregar obras e infraestructuras a terceros una vez concluya la vida útil del proyecto, obra o actividad y se dé por terminada la licencia ambiental, es importante que las medidas de manejo que se les asocien sean planteadas de forma general para la gestión de los impactos que son inherentes a su utilización, de manera que éstas puedan ser aplicadas por quien asuma el dominio de tales obras e infraestructuras luego de la culminación del proyecto, obra o actividad.

10.1.2 Programa de reasentamiento involuntario de población

En el programa para el reasentamiento involuntario de población se deben especificar los procedimientos y medidas a ejecutar para manejar los efectos negativos, restablecer las condiciones de vida, compensar las pérdidas y proporcionar beneficios de desarrollo a las personas y comunidades que serían trasladadas con ocasión del desarrollo del proyecto. Este programa además de ser técnica y económicamente viable debe ser compatible con los instrumentos de ordenamiento territorial, las preferencias culturales de las personas que podrían trasladarse y elaborarse de manera participativa.

Este programa debe contener el diseño del proceso de reasentamiento y especificar las etapas de su implementación. Debe considerar las particularidades de los sujetos de especial protección constitucional, perspectiva de género y tener en cuenta el enfoque de derechos humanos. El resultado deber ser el restablecimiento o mejora de las condiciones de vida de la población a reasentar.

Este programa debe tener en cuenta aspectos asociados al respeto de la vida privada, la vida familiar; los derechos fundamentales de los niños, niñas y adolescentes, especialmente a la educación, la cultura y la recreación; el acceso a los medios de vida incluyendo los mercados para el abastecimiento de alimentos, y las oportunidades de trabajo. También debe permitir el acceso a servicios públicos esenciales y a una vivienda adecuada, así como la preservación del patrimonio cultural colectivo y los sitios sagrados o lugares de interés religioso[247].

En tal sentido es, es necesario que las medidas de manejo propuestas propendan por los desarrollos en infraestructura física necesaria para la habitabilidad, por preservar o propiciar el tejido social y el patrimonio cultural y, por crear o mantener alternativas para el desarrollo económico.

Asimismo, estas medidas deben estar orientadas a lograr, como mínimo, los siguientes propósitos[248]: i) restablecimiento de condiciones de vida existentes de la población a reasentar con respecto a vivienda, acceso a servicios públicos y sociales, relaciones sociales y bienes comunitarios; ii) restablecimiento de fuentes de ingresos y actividades económicas de las unidades sociales a trasladar y; iii) incorporación de la población reasentada a su nuevo entorno.

Por lo anterior, con el fin de prevenir, minimizar, corregir o compensar los impactos del reasentamiento involuntario de población, que se generan tanto a la población reasentada como a la población receptora (cuando exista), las medidas de manejo propuestas deben ser resultado del proceso participativo para la construcción del EIA y

[247] Para el diseño del reasentamiento es posible revisar las directrices del Alto comisionado de Naciones Unidas sobre el derecho a una vivienda adecuada, los Principios básicos y directrices sobre los desalojos y el desplazamiento generados por el desarrollo y los documentos formulados por la Asociación Internacional de Evaluación de Impacto (IAIA, por su sigla en inglés) en materia de reasentamiento y derechos humanos.

[248] En caso de que Minambiente establezca o adopte con posterioridad a este documento una metodología para la formulación del programa de reasentamiento, esta deberá ser utilizada para la elaboración de los estudios ambientales. Algunos textos de referencia para la elaboración de este programa son Marco de política de reasentamiento. Plan todos somos pazcífico Tumaco y Guapi de la UNGRD, la Política operación al 4.12. Anexo A del Banco Mundial, la política de Reasentamiento Involuntario del Banco Interamericano de Desarrollo y la Norma de Desempeño 5 Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario de la Corporación financiera Internacional.

basarse en la información obtenida en la caracterización ambiental, de manera que atienda a las características diferenciadas de la población que será reasentada.

Debe incluir en su alcance:

- Los objetivos de las medidas planteadas para el reasentamiento[249].
- Los mecanismos para la resolución de conflictos que puedan darse con ocasión del reasentamiento.
- Los criterios empleados para determinar la elegibilidad de personas para compensación o para el reasentamiento individual o colectivo.
- Los mecanismos que deben ser empleados para que la población conozca, participe y aporte en la formulación, implementación y seguimiento de las medidas para el reasentamiento, así como para conocer la forma en la que sus aportes fueron considerados.
- La información general sobre localización, características ambientales, sociales, económicas y culturales del sitio para la reubicación, la cual incluye los criterios con base en los cuales fue elegido.
- Los procedimientos para la reubicación física en el marco del proyecto, obra o actividad, incluidos los cronogramas para la preparación del sitio.
- Las medidas a adoptar para garantizar la regularización de la tenencia y titularidad a la población reasentada.
- Las medidas a implementar para el manejo de los impactos ambientales en el sitio elegido para la reubicación.
- El tiempo estimado para ejecutar las medidas formuladas para el reasentamiento de la población.
- Las medidas orientadas a evitar la afectación de las condiciones de vida de la comunidad receptora.

[249] Uno de los objetivos principales que ha de satisfacerse a través del conjunto de medidas para el reasentamiento de la población, es el de garantizar que las condiciones en las que se reubica sean iguales o mejores a sus condiciones actuales.

- Las medidas de acompañamiento y seguimiento psicosocial a la población sujeta a reasentamiento.

- Un análisis sobre cómo las medidas incorporadas en el programa previenen los impactos negativos y riesgos a los derechos humanos asociados al reasentamiento involuntario de población.

- Un mecanismo operativo de atención de quejas con un proceso adaptado adecuadamente a los sujetos de especial protección.

Para la construcción del programa de reasentamiento, de evaluarse como necesario, se debe informar sobre su formulación y solicitar a diferentes instituciones estatales del orden nacional y territorial su concepto en los temas de su competencia.

10.2 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

El monitoreo y seguimiento es un proceso que mediante la observación de la evolución de los parámetros, indicadores o índices ambientales que pueden ser alterados por el proyecto, obra o actividad, busca detectar eventuales anomalías en los factores, componentes y medios con los que éstos se relacionan, con el propósito de que durante su ejecución sea posible emprender acciones oportunas y pertinentes de control ambiental.

Por lo anterior, se debe estructurar un plan que defina las acciones de monitoreo y seguimiento tanto al estado de las condiciones ambientales en el área de influencia del proyecto, obra o actividad, como a la eficacia de las medidas de manejo contenidas en todos los planes y programas formulados en el EIA, atendiendo las normas que regulan de forma específica cada uno de ellos.

Resulta importante que la información que se utiliza para la elaboración de los estudios ambientales (que constituye la caracterización ambiental, evaluación ambiental, plan de manejo ambiental, entre otros apartes) y que se sintetiza mediante parámetros, indicadores o índices, sea organizada de forma coherente y práctica en un sistema de indicadores[250].

En el caso de este plan, dicho sistema de indicadores debe formularse para monitorear los parámetros, indicadores o índices que se alterarán en razón a los impactos del proyecto, a fin de tener una visión holística de la calidad y del comportamiento de las condiciones

[250] En caso de que Minambiente establezca o adopte con posterioridad a este documento, un sistema de indicadores para la evaluación, monitoreo y seguimiento de impactos ambientales en el marco del licenciamiento ambiental, se deben incorporar sus lineamientos, parámetros, indicadores e índices en la elaboración de los estudios ambientales.

ambientales, así como para verificar la eficacia[251] de las medidas de manejo del PMA (que comprenden también a las medidas de manejo para la etapa de desmantelamiento y cierre ambiental), así como de las de compensación del medio biótico, de las medidas de reducción y de monitoreo del riesgo, de las medidas o acciones de implementación de la inversión de no menos del 1%, de las medidas de mitigación de GEI o de las medidas de adaptación al cambio climático.

El plan para el seguimiento y monitoreo debe establecer como mínimo lo siguiente:

- Objetivos del plan.
- Componentes y factores ambientales que se deben monitorear.
- Parámetros, indicadores e índices (cuantitativos y cualitativos) a monitorear y calcular, especificando para cada uno de ellos lo siguiente:
  - Nombre.
  - Tipo[252]:
    - De monitoreo del estado de las condiciones ambientales.
    - De monitoreo de la eficacia de medidas de manejo, de medidas de reducción y monitoreo del riesgo, de medidas o acciones de implementación de la inversión de no menos del 1%, de medidas de compensación del medio biótico, de medidas de mitigación de GEI o de adaptación al cambio climático. Un parámetro, indicador o índice puede emplearse para hacer seguimiento a la eficacia de más de una medida a la vez, incluso de medidas que hacen parte de planes diferentes.
    - De monitoreo de la eficacia del conjunto de medidas de manejo asociadas a los impactos de una categoría estandarizada de impactos o del conjunto de medidas de manejo asociadas a un programa ambiental.
  - Etapas y fases del proyecto, obra o actividad en las que se debe monitorear.
  - Cronograma anual estimado para su monitoreo.

[251] En el marco del licenciamiento ambiental, la eficacia se define como la capacidad de lograr el efecto que se espera.
[252] En algunas oportunidades, un parámetro, indicador o índice puede ser empleado para más de un propósito y, por lo tanto, puede corresponder a más de un tipo.

- Frecuencia de medición o de cálculo.
- Duración del monitoreo.
- Localización de los lugares de monitoreo, si es posible, con su ubicación en términos de coordenadas.
- Unidad de medida.
- Definición.
- Fórmula de cálculo.
- Métodos de medición y de cálculo. Descripción de los procedimientos requeridos para su medición o cálculo, relacionando los instrumentos necesarios para ello.
- Fuentes de información.
- Criterios de análisis e interpretación de resultados.
- Impactos, riesgos o acciones de inversión a los que se asocia.
- Categorías estandarizadas de impactos o programas de manejo a los que se asocia, en caso de aplicar.
- Medidas de manejo, medidas de reducción y de monitoreo del riesgo, medidas o acciones (plan de inversión de no menos del 1%), medidas de compensación del medio biótico, medidas de mitigación de GEI o medidas de adaptación al cambio climático a las que corresponde, en caso de aplicar.
- Planes a los que corresponde (puede permitir el monitoreo a más de un plan a la vez).
- Entidad o persona que ejecuta la medición o cálculo.

Asimismo, el plan debe seguir los lineamientos señalados a continuación para el seguimiento y monitoreo al estado de los medios y a la eficacia de las medidas y acciones.

Seguimiento y monitoreo al estado de los medios y a la eficacia de las medidas y acciones

Existe una relación estrecha entre el monitoreo y seguimiento a las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto, obra o actividad y el seguimiento y monitoreo de la eficacia de las medidas de manejo (que comprenden también a las de compensación del medio biótico) y las acciones planteadas en los demás planes del EIA para la gestión de los impactos ambientales y la reducción del riesgo, pues precisamente mediante la verificación del cambio de las condiciones ambientales con respecto a las evidenciadas en la línea base, es posible establecer la eficacia de una medida implementada para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el proyecto, obra o actividad[253], para prevenir los riesgos, para mitigar GEI, para adaptarse al cambio climático o para verificar las medidas o acciones de inversión del 1%.

Por tal motivo, la formulación del plan de seguimiento y monitoreo debe tener en cuenta que se inicia con el monitoreo y seguimiento a las condiciones ambientales, y que luego, de forma consecuente, se continúa con el de la eficacia de las medidas y demás acciones. Estas dos fases de monitoreo y seguimiento deben formularse de manera sistemática y estructurada para medir u obtener información, y para procesarla y analizarla a fin de brindar elementos que permitan retroalimentar el proyecto, obra o actividad, por ejemplo, mediante potenciales oportunidades de mejora o medidas adicionales de gestión ambiental.

Para determinar la eficacia de las medidas de manejo, en el plan de seguimiento y monitoreo se debe formular un análisis que, teniendo en cuenta los aspectos ambientales del proyecto, obra o actividad (p. ej. cantidad de emisiones atmosféricas y acústicas y de vertimientos), las condiciones ambientales de línea base, así como otras actividades productivas con incidencia en el área de influencia del proyecto, obra o actividad, permita evidenciar qué alteraciones ambientales son consecuencia del proyecto aun implementando las medidas de manejo.

Asimismo, para cada categoría estandarizada de impactos, o para cada programa de manejo, se debe formular un índice que establezca la eficacia del conjunto de sus medidas de manejo. La formulación de los índices debe asegurar una adecuada normalización, ponderación y agregación de las variables que los componen[254]; cada índice debe ser descrito de acuerdo con lo señalado más arriba en este numeral (10.2).

[253] Es importante tener en cuenta que dicha comparación también permite establecer qué tan precisa fue la predicción hecha en la evaluación ambiental, información relevante para la elaboración de futuros estudios ambientales de proyectos, obras o actividades en condiciones ambientales similares a las identificadas en el EIA.

[254] Tales lineamientos aplican para todos los índices que se formulen. Información adicional al respecto puede ser encontrada, por ejemplo, en Böhringer & Jochem (2007) o en OCDE (2008).

Para la formulación de los indicadores e índices de eficacia de las medidas de manejo deben emplearse como referencia los indicadores publicados por Minambiente o ANLA para tal fin, incluidos los referidos a la eficacia con énfasis en las acciones de preservación, restauración ecológica y uso sostenible para el plan de compensaciones del medio biótico y el plan de inversión forzosa de no menos del 1%.

Se deben describir las acciones, métodos y procedimientos que se requieren para obtener la información y los datos requeridos para el cálculo de los parámetros, indicadores e índices de seguimiento, de igual modo, se deben establecer los mecanismos de coordinación entre los actores involucrados en su cálculo. Adicionalmente, se deben establecer las acciones a adelantar en caso de encontrar una baja eficacia de las medidas y acciones establecidas en los planes.

Ya que las medidas y acciones en su conjunto tienen como propósito mantener un beneficio ambiental neto por lo menos igual a cero, la verificación de su eficacia debe basarse en la medición de los parámetros, indicadores o índices ambientales que pueden ser alterados por la ejecución del proyecto, obra o actividad, es decir, se fundamenta en la verificación real de su eficacia y no en la medición de la gestión o implementación de actividades.

10.3 DIMENSIÓN AMBIENTAL DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Se debe formular y presentar la dimensión ambiental del Plan de Gestión del Riesgo tomando como referencia los lineamientos previstos en la Ley 1523 de 2012 (Política nacional de gestión del riesgo de desastres), en el Decreto 2157 de 2017 y en la normativa sectorial específica, o en aquella que la modifique o sustituya; asimismo, la elaboración de esta dimensión debe considerar el enfoque de derechos humanos.

El análisis y valoración de los riesgos sobre el proyecto, obra o actividad y los elementos expuestos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, los ecosistemas y sus servicios, constituye la base para la formulación e implementación del conocimiento y monitoreo del riesgo, las medidas de reducción del riesgo y el manejo de las potenciales contingencias mediante la preparación y ejecución para la respuesta, así como la preparación y ejecución de la recuperación ambiental.

La dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo debe contemplar como mínimo lo siguiente:

10.3.1 Conocimiento del riesgo

Como parte del proceso de conocimiento del riesgo es necesario que se desarrolle la identificación, caracterización, análisis y valoración de los escenarios de riesgo que se deriven de amenazas de origen exógeno y endógeno. La valoración debe abordar la vulnerabilidad de los elementos expuestos de los medios abiótico, biótico y

socioeconómico, los ecosistemas y sus servicios, así como las probables afectaciones al proyecto, partiendo de la información consignada en la caracterización ambiental y en la descripción del proyecto.

Para ello se debe desarrollar lo establecido en los siguientes literales:

a) Identificación, caracterización, análisis y evaluación de amenazas

Se deben identificar las amenazas de origen exógeno y endógeno para cada una de las etapas del proyecto, obra o actividad que puedan generar probable afectación sobre los elementos expuestos. Se deben considerar las siguientes amenazas:

- Amenazas de origen natural y socio natural, considerando aquellas que se exacerban por la variabilidad climática y que pueden generar probables afectaciones sobre el proyecto, obra o actividad, de acuerdo con el contexto del territorio. Para ello, se debe emplear la información de caracterización ambiental de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, así como información secundaria de fuentes oficiales.

- Amenazas de origen antrópico intencional o no intencional que puedan generar probables afectaciones sobre el proyecto, obra o actividad, de acuerdo con el contexto regional del territorio.

- Amenazas de origen endógeno generadas por las actividades del proyecto, obra o actividad que puedan generar probables afectaciones sobre los elementos expuestos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, los ecosistemas y sus servicios.

- Amenazas de origen endógeno cuyos desencadenantes sean de origen exógeno (eventos Natech).

Este proceso de identificación, caracterización, análisis y evaluación de amenazas debe considerar posibles causas y frecuencias de falla, empleando para ello fuentes de información verificables que documenten experiencias del ámbito nacional o internacional, en caso de no contar con información nacional.

b) Estimación de áreas de amenaza y de probable afectación

Se deben delimitar las áreas de las amenazas de origen exógeno y las áreas de probable afectación para las amenazas de origen endógeno que fueron analizadas según lo expuesto en el literal a).

La definición de áreas de amenaza y de sus escenarios de riesgo, así como la identificación de áreas de probable afectación para aquellos proyectos, obras o actividades en los cuales se desconoce la ubicación exacta de la infraestructura a construir, se debe efectuar considerando la zonificación ambiental y las características particulares de las actividades a desarrollar. Si se otorga la licencia ambiental, al definir la ubicación de la infraestructura a construir, se deben no sólo ajustar las áreas de probable afectación y los escenarios de riesgo aplicables, sino también presentarlos ante la autoridad ambiental mediante los informes de cumplimiento ambiental.

Las metodologías para la definición de las áreas de amenaza y de probable afectación deben ser sistemáticas, exhaustivas, repetibles y verificables. Se debe presentar una descripción y justificación de los métodos de cálculo o insumos empleados y los criterios e hipótesis asumidas en éstos. Asimismo, los resultados de aplicación de tales metodologías deben integrarse a las capas del modelo de almacenamiento geográfico.

Asimismo, es necesario tener en cuenta aquellos eventos que puedan producirse por eventos concatenados y por efecto dominó que produzcan afectaciones ambientales. Algunos de estos eventos entran en la categoría de eventos Natech, eventos de origen natural que desencadenan accidentes tecnológicos y se derivan del acrónimo en inglés, Natural hazard-triggered technological accidents (Cruz et al., 2004; Showalter & Myers, 1994); éstos, son considerados eventos de baja probabilidad, pero de muy alta consecuencia (Cozzani et al., 2014) y han sido catalogados como una amenaza silenciosa y potencialmente letal (Khoirunissa Ariyanta et al., 2019).

c) Identificación de elementos expuestos

La identificación de elementos expuestos debe partir de la información de caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico y de los ecosistemas y sus servicios, considerando entre otra, información sobre asentamientos humanos, infraestructura pública, infraestructura social, bienes de interés cultural, territorios colectivos, áreas destinadas a la producción económica (p. ej. agropecuaria, forestal, pesquera, acuícola, minera), acuíferos, nacederos, aljibes, pozos, áreas de especial interés ambiental, sitios de captación de agua, bocatomas, sistema de riego, áreas con reglamentación especial definida en los instrumentos de ordenamiento y planificación del territorio, especies de fauna y flora amenazada.

Se debe considerar que la infraestructura del proyecto, obra o actividad se constituye como elemento expuesto frente a las amenazas de origen exógeno.

Los elementos expuestos deben representarse geográficamente e incorporarse al modelo de almacenamiento geográfico.

d) Análisis de vulnerabilidad

A partir de los resultados obtenidos del desarrollo de los literales b y c, se deben definir criterios y realizar un análisis de la vulnerabilidad de la infraestructura del proyecto, obra o actividad y de los medios abiótico, biótico y socioeconómico[255], los ecosistemas y sus servicios que puedan ser afectados por la materialización del riesgo, que sea consistente con la zonificación ambiental y demás información que se incorpore al modelo de almacenamiento de datos geográfico.

e) Análisis y evaluación de escenarios de riesgo

A partir de los resultados obtenidos del desarrollo de los literales a, b, c y d y mediante metodologías semicuantitativas o cuantitativas (según corresponda), se deben identificar, caracterizar, analizar y evaluar tanto los peores escenarios creíbles con potencial de generar altas consecuencias, como los escenarios más probables así generen bajas consecuencias, desde los ámbitos ambiental, social y económico. Se debe detallar los criterios de aceptabilidad o tolerabilidad y, soportar y representar geográficamente los resultados en las capas del modelo de almacenamiento geográfico.

Se deben presentar mapas de riesgos con el resultado de la evaluación obtenida, cuya escala coincida con la utilizada en los mapas de los análisis de eventos amenazantes y elementos expuestos. Los resultados deben integrarse al modelo de almacenamiento geográfico.

Finalmente, se debe determinar sí la materialización de los riesgos evaluados en este numeral puede incidir negativamente sobre los derechos humanos. Esta determinación debe basarse en la relación que existe entre las alteraciones a los ecosistemas que se generarían en caso de la materialización de los riesgos y la aparición de afectaciones a los derechos humanos conexos al derecho a gozar de un ambiente sano; con este fin, se deben considerar las orientaciones del numeral 4.5.3 de este capítulo, así como la información de caracterización de SSEE que se presente a la autoridad ambiental (específicamente, la referida al derecho humano con la relación más fuerte y directa por cada SSEE). Para cada uno de los riesgos que pueda alterar los SSEE, se debe relacionar el derecho o los derechos susceptibles de ser incididos negativamente (ver Tabla 27), así como los grupos titulares de dichos derechos[256].

[255] Para este medio, se deben considerar las particularidades de los sujetos de especial protección constitucional (entre ellos: mujeres, niños, comunidades étnicas, víctimas de conflicto armado) y de los territorios étnicos, los cuales podrían verse afectados de manera diferenciada. Lo anterior, en concordancia con lo estipulado en la Circular 12 del 20 de mayo de 2024 emitida por la Agencia Nacional de Defensa Jurídica del Estado.

[256] Son grupos que personas que tienen derecho a disfrutar y ejercer sus derechos en virtud de ser humanos, así como a acceder a un recurso efectivo cuando sus derechos han sido vulnerados (DIHR,

f) Monitoreo del riesgo

El monitoreo del riesgo debe formular actividades de seguimiento a las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de acuerdo con los objetivos del plan y con los resultados obtenidos de aplicar los lineamientos de los literales b, c, d y e.

El monitoreo del riesgo debe contemplar lo siguiente:

- Determinación de variables, parámetros o indicadores que permitan evaluar de forma sistemática las condiciones, comportamiento y patrones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Estas variables, parámetros o indicadores deben ser consistentes con la naturaleza de los eventos de amenaza o riesgo.

- Determinación de actividades, medidas, protocolos o procedimientos para monitorear las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que sean acordes con la etapa del proyecto que corresponda. Se debe señalar su frecuencia de ejecución.

- Determinación de instrumentos tecnológicos, manuales o automatizados, para realizar la medición de condiciones de amenaza, vulnerabilidad o riesgo que permitan recolectar y analizar datos de manera eficaz.

- Definición de los umbrales de alarma y alerta para las variables, parámetros o indicadores propuestos.

- Articulación con el procedimiento de notificación y con los niveles de contingencia según se define en el numeral 10.3.3. y de conformidad con los umbrales establecidos.

- Articulación del monitoreo de parámetros de amenaza, vulnerabilidad y riesgo con el monitoreo establecido en el plan de seguimiento y monitoreo descrito en el numeral 10.2, el plan de manejo ambiental descrito en el numeral 10.1 o cualquier otro plan incorporado al EIA, señalando qué variables, parámetros o indicadores para el monitoreo de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo se emplean también en tales planes. Se debe garantizar la coherencia entre todos los planes, en caso de aplicar.

2020). Para la identificación de titulares de derechos no se debe hacer una identificación individual o personal respecto de actores en el territorio. Se trata del reconocimiento de grupos humanos referenciados de manera general.

10.3.2 Reducción del riesgo

Se deben formular medidas de reducción del riesgo correctivas y prospectivas para los escenarios de riesgos identificados, analizados y valorados en el proceso del conocimiento a partir de las siguientes definiciones: i) medidas correctivas: acciones de mitigación del riesgo existente en el sentido de disminuir o reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y vulnerabilidad de los elementos expuestos y; ii) medidas prospectivas: acciones de prevención que busquen evitar el surgimiento de nuevas situaciones de riesgo.

Estas medidas deben ser formuladas para mitigar y prevenir la probable afectación de la infraestructura del proyecto, obra o actividad y de los elementos expuestos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, los ecosistemas y sus servicios; asimismo, deben clasificarse como medidas estructurales[257] o no estructurales[258]. Estas medidas deben estar articuladas tanto con las medidas del plan de manejo ambiental, del plan de seguimiento y monitoreo o cualquiera de los planes del EIA para las diferentes etapas del proyecto, obra o actividad, como con aquellas definidas en los instrumentos territoriales de gestión del riesgo.

De ser posible, estas medidas deben ser formuladas procurando que, además de cumplir con su objetivo primario en la reducción del riesgo, contribuyan a la gestión del cambio climático, ya sea mediante la reducción de emisiones de GEI (mitigación) o mediante la disminución de la vulnerabilidad y el fortalecimiento de la resiliencia de los elementos del ambiente que pueden ser impactados por el proyecto (adaptación). En particular, se debe considerar la influencia de los riesgos asociados al cambio climático, así como la necesidad de que las medidas de reducción del riesgo sean eficaces frente a escenarios climáticos futuros[259]. Asimismo, es necesario identificar qué medidas de reducción del riesgo son también medidas de mitigación de GEI o de adaptación al cambio climático, y describir cómo estas contribuyen de manera específica a la gestión climática del proyecto.

Para cada una de las medidas de reducción del riesgo es necesario definir lo siguiente:

- Riesgos a los cuales se dirige.

[257] Cualquier construcción física para reducir o evitar las afectaciones de las amenazas o riesgos, incluye la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amenazas (UNISDR, 2009, citado por UNGRD, 2017). Dentro de estas medidas se incluyen acciones de intervención basadas en ecosistemas.
[258] Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus afectaciones, especialmente a través de una mayor concientización pública, la capacitación y la educación (UNISDR, 2009, citado por UNGRD, 2017).
[259] Las orientaciones referidas a la disminución de las emisiones netas de GEI y a los riesgos del cambio climático pueden consultarse en los numerales 10.7.2 y 10.7.3, respectivamente.

- Tipo de medida (correctiva, prospectiva).

- Clasificación de la medida (estructural, no estructural) y descripción sucinta de las obras que se propone construir, en caso de aplicar.

- Metas. Deben especificar de forma cuantitativa, si ello resulta posible, qué resultados finales y parciales en la variable, parámetro o indicador asociado se espera obtener mediante la aplicación de tal medida.

- Listado de acciones específicas a ejecutar.

- Etapas y fases del proyecto, obra o actividad en las que se prevé su implementación.

- Cronograma anual estimado de implementación.

- Lugares de aplicación, señalando siempre que sea posible su ubicación en términos de coordenadas o de unidades de análisis.

- Otros planes del EIA en los que se incluye la medida, en caso de aplicar.

Es de anotar que las autoridades ambientales no tienen competencia para pronunciarse sobre o para autorizar diseños de obras o estructurales civiles.

10.3.3 Manejo de la contingencia

El manejo de la contingencia prepara la respuesta que con base en los escenarios posibles y priorizados (identificados en el proceso de conocimiento del riesgo), define los mecanismos de organización, coordinación, funciones, competencias, responsabilidades, así como recursos disponibles y necesarios para garantizar la atención efectiva de las contingencias que se puedan presentar. Igualmente, precisa los procedimientos y protocolos de actuación para cada una de las contingencias a fin de minimizar la afectación a las personas, a sus bienes y al ambiente. Su contenido mínimo es el siguiente:

a) Componente de preparación para la respuesta

Debe establecer el conjunto de acciones previas a la respuesta ante una contingencia, así como desarrollar el siguiente contenido:

- **Capacitación y divulgación:** formación del personal, ya sea interno o externo, para la respuesta frente a las contingencias.

- **Equipamiento:** herramientas, equipos, accesorios, sistema de alerta temprana de sus propios procesos para garantizar de manera oportuna la primera respuesta, asimismo la disponibilidad de personal idóneo para atender la contingencia. El inventario de recursos debe ser actualizado periódicamente para la atención de contingencias según cada escenario de riesgo.

- **Determinación de las prioridades de protección:** detalle sobre cuáles son las prioridades al momento de activar el plan de contingencias, asimismo definir los sitios estratégicos para el control de contingencias, teniendo en cuenta las características de las áreas ambientalmente sensibles.

- **Planeación y organización:** formulación de protocolos y procedimientos, y definición de un equipo de respuesta con funciones y responsabilidades específicas, de acuerdo con cada escenario de riesgo identificado.

- **Procedimiento de notificación y reporte de la contingencia:** formulación de protocolos y procedimientos de notificación que se articulen con entidades de apoyo externo, niveles de activación y el correspondiente reporte de eventos de contingencia, conforme a lo establecido en la Resolución 1767 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya.

- **Ejercicios de simulaciones y simulacros con actores internos y externos:** definición de su frecuencia de ejecución; estos ejercicios se deben realizar mínimo una vez al año y presentar evidencias de su realización.

En la preparación y ejecución de la respuesta, se debe tener cuenta que es importante la coordinación y comunicación con el coordinador de gestión del riesgo del ente territorial o quien haga sus veces, de acuerdo con lo establecido en la Ley 1523 de 2012 y en el Decreto 1081 de 2015, adicionado por el Decreto 2157 de 2017. Asimismo, los protocolos internos de respuesta del proyecto se deben articular con las estrategias territoriales de respuesta a emergencias.

La formulación de acciones debe contemplar las fluctuaciones y condiciones extremas derivadas de los riesgos climáticos con el fin de hacer más robusta y eficiente la respuesta a contingencias.

b) Componente de ejecución para la respuesta a contingencias

Se deben establecer los niveles de contingencia, los actores, instancias de coordinación y estructuras de intervención; asimismo, se debe señalar la articulación de la respuesta con actores internos y externos. Este componente establece protocolos y procedimientos de respuesta para cada tipo de contingencia a partir de los análisis de riesgos

desarrollados, para lo cual se determina la necesidad de la aplicación de instrumentos de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Ambientales (EDANA)[260].

c) <u>Componente de preparación y ejecución de la recuperación ambiental</u>

Es el conjunto de acciones que se planea ejecutar para la recuperación ambiental, comprende entre otras actividades, las siguientes:

- Monitoreo de las afectaciones a elementos del ambiente y los ecosistemas y sus servicios una vez se finaliza la atención de la contingencia.

- Restablecimiento de los ecosistemas afectados por la contingencia teniendo como referencia la EDANA y la caracterización ambiental o el estado del ambiente previo a la ocurrencia de la contingencia.

- Restablecimiento de los servicios (infraestructura).

- Planteamiento de las medidas de compensación cuando no es posible restablecer las condiciones que se tenían antes de la ocurrencia de la contingencia.

- Reporte parcial y final de la contingencia, así como del avance en la implementación de las medidas tendientes a la recuperación ambiental conforme a lo establecido en la Resolución 1767 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya.

10.4 PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y CIERRE AMBIENTAL[261]

El desmantelamiento y cierre ambiental constituye la última etapa de ejecución de un proyecto, obra o actividad; con su culminación y con el cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad ambiental se concluye la licencia ambiental. En esta etapa, luego de que el proyecto, obra o actividad finaliza la ejecución de todas las actividades

[260] La Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Ambientales (EDANA) es una herramienta utilizada para conocer el grado de afectación que los recursos naturales han sufrido por una contingencia en un lugar y tiempo determinado; es decir, se utiliza para evaluar los daños y priorizar necesidades por medio de la determinación y registro cuali-cuantitativo de la extensión, gravedad y localización de los efectos de la contingencia. Esta evaluación de daños y análisis de necesidades ambientales es diferente a la metodología EDANA-C planteada por la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo de Minambiente, la cual se enfoca en eventos naturales, socio naturales e incendios forestales no relacionados con proyectos licenciados.

[261] Los lineamientos establecidos en este apartado son aplicables tanto al plan de desmantelamiento y cierre ambiental que hace parte del EIA, como al que contiene el estudio que se debe suministrar a la autoridad ambiental competente cuando se requiera o deba iniciar la etapa de desmantelamiento y cierre ambiental al que hace referencia el artículo 2.2.2.3.9.2 del Decreto 1076 de 2015, o aquella norma que lo modifique o sustituya.

de etapas previas (p. ej. construcción u operación) y termina el uso de infraestructuras y del espacio, se desarrollan actividades que tienen el propósito de reconformar morfológicamente y restaurar el área intervenida y, además, se aplican medidas para manejar los impactos ambientales ocasionados por tales actividades.

Dado que el desmantelamiento y cierre ambiental constituye la última etapa y en ella se desarrollan actividades clave para corregir los impactos que genera la implementación del proyecto, se debe formular un plan siguiendo los lineamientos que se desarrollan a continuación para dotar a la autoridad ambiental de información que le permita establecer si la ejecución del proyecto, de principio a fin, es viable en términos ambientales.

El plan de desmantelamiento y cierre ambiental debe definir el uso final del suelo de forma armónica con lo establecido en los instrumentos de ordenamiento territorial. Asimismo, debe definir actividades que aseguren la restauración y reconformación morfológica que se aplicarán luego de terminar la vida útil del proyecto, obra o actividad para procurar un balance ambiental neto por lo menos igual a cero. Las condiciones ambientales que se plantee alcanzar mediante la ejecución de las actividades establecidas en este plan deben corresponder y hacer posible el uso del suelo que se defina.

Se debe establecer claramente el objetivo y alcances del plan, asimismo, se debe especificar con la mayor precisión posible, entre otros elementos, la localización de los lugares a reconfigurar morfológicamente y a restaurar, la manera en que las actividades propuestas permiten el cumplimiento del objetivo, los métodos a emplear, la maquinaria e insumos requeridos, las estrategias de comunicación y participación con los grupos de interés y el cronograma de ejecución; el plan de desmantelamiento y cierre ambiental incluido en el estudio que se elabora a fin de iniciar la etapa de desmantelamiento y cierre ambiental debe tener mayor precisión y detalle que el plan que debe contener el EIA.

Tomando como insumos el uso final de suelo propuesto para el área a desmantelar y objeto de cierre del área por intervenir del proyecto, obra o actividad (el cual debe ser armónico con el medio circundante y con el objetivo y alcances del plan), y los impactos ambientales que se prevea existan al culminar la vida útil del proyecto, o los que se identifiquen efectivamente en ese momento (en el caso del plan de desmantelamiento que hace parte del estudio que se elabora para solicitar el inicio de la etapa de desmantelamiento y cierre ambiental), se deben plantear las actividades que permitan la reconfiguración morfológica y restauración de tales áreas.

Estas actividades de reconfiguración morfológica y recuperación, rehabilitación o restauración, tienen que ser descritas de forma sintética y planteadas de forma tal, que garanticen la estabilidad del terreno, la recuperación y rehabilitación del suelo, el restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconformación paisajística en concordancia con la propuesta del uso final del suelo; asimismo, en el plan se deben describir las actividades de desmantelamiento y retiro de las obras e infraestructura para las cuales

se prevea este tratamiento. Las particularidades para la descripción de todas estas actividades y la formulación del plan de desmantelamiento y cierre ambiental, de acuerdo con cada tipo de proyecto, obra o actividad, se establecen en los términos de referencia.

En el plan se debe hacer claridad sobre las obras e infraestructura que quedarán en el territorio y que se proyecta entregar a terceros (comunidades, privados, o entidades del Estado, en este último caso se constituiría una reversión), teniendo en cuenta que se debe suministrar la información necesaria para que le permita a quien se responsabilice de éstas, incorporar en su gestión ambiental medidas de manejo para prevenir, mitigar, corregir o compensar de forma eficaz sus impactos ambientales.

Con el fin de evitar cualquier episodio de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, a partir de la normativa ambiental vigente, se deben formular acciones para la gestión de los residuos que se prevé se generarán durante el desmantelamiento y cierre ambiental; lo anterior incluye también las normas relativas a la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y de los residuos peligrosos. Las actividades planteadas pueden considerar opciones de circularidad siempre y cuando estén alineadas con la Estrategia Nacional de Economía Circular.

Se deben describir las actividades de desmantelamiento y cierre ambiental de obras e infraestructuras temporales, de adecuaciones de las áreas auxiliares requeridas para la construcción del proyecto (utilizadas cuando se requiere del desarrollo de obras no permanentes, necesarias para la construcción de las definitivas), así como de las actividades requeridas para el desmantelamiento y cierre ambiental progresivo de obras, infraestructura o frentes de explotación, en caso de aplicar (por ejemplo, en el caso de los proyectos del sector minero). Las particularidades para la descripción de estas actividades, de acuerdo con cada tipo de proyecto, obra o actividad, se establecen en los términos de referencia.

Se debe plantear un conjunto de indicadores que permita verificar el cumplimiento del objetivo y alcances del plan de desmantelamiento y cierre ambiental; para ello, se deben emplear los lineamientos establecidos en el numeral 10.1 de esta metodología.

Se debe tener en cuenta que las medidas para manejar los impactos producto de las actividades de desmantelamiento y cierre ambiental de obras e infraestructuras temporales, de adecuaciones de áreas auxiliares y de desmantelamiento y cierre ambiental progresivo de obras, infraestructura o frentes de explotación de ciertos tipos de proyectos, deben ser planteadas e incluidas en el plan de manejo ambiental del EIA (numeral 10.1 del capítulo III de esta metodología).

Tanto las actividades de reconformación morfológica y restauración, como las medidas de manejo incluidas en el plan de manejo ambiental tienen el propósito de evitar pasivos

ambientales que se generen luego de desmantelar, cerrar, finalizar o terminar todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura relacionados y asociados con el proyecto, obra o actividad.

Con el propósito de que el plan de desmantelamiento y cierre ambiental que se presenta en el EIA procure que la finalización del proyecto, obra o actividad sea ambiental y socialmente sostenible, las actividades que se prevén para su desarrollo deben incorporarse al proceso de participación con los grupos de interés del que trata el numeral 3 del capítulo III de este documento. En este mismo sentido, el plan de desmantelamiento y cierre ambiental contenido en el estudio que se entrega para solicitar el inicio de la etapa de desmantelamiento y abandono debe abordar un proceso de participación específico según lo establecido 3 del capítulo III de este documento.

10.5 PLAN DE INVERSIÓN DE NO MENOS DEL 1%

A fin de dar cumplimiento con lo establecido en el parágrafo 1 del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, en caso de que el proyecto, obra o actividad implique la obligación de realizar la inversión forzosa de no menos del 1%, se debe elaborar e incorporar en el EIA o en el PMA establecido como instrumento de manejo y control ambiental objeto de modificación, un Plan de inversión de no menos del 1% a partir de lo establecido en la normativa vigente que regula esta temática[262].

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

Con el propósito de elaborar el Plan de compensación al que se refiere el numeral 12 del artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya, se deben seguir los procedimientos, métodos y demás orientaciones establecidas en la normativa vigente que regule esta temática[263].

10.7 PLAN DE GESTIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

A fin de dar cumplimiento a lo establecido por la Ley 2169 de 2021 sobre la necesidad de que los instrumentos de manejo y control ambiental de proyectos, obras o actividades incluyan consideraciones de adaptación y mitigación al cambio climático con especial énfasis en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y los aportes que las medidas de compensación ambiental pueden hacer a la Contribución Nacional ante la CMNUCC, así como de asegurar que tales consideraciones sean consistentes con lo

[262] Artículo 174 de la Ley 1753 de 2015, artículo 321 de la Ley 1955 de 2019 y Decreto 1076 de 2015 (modificado por los Decretos 2099 de 2016, 075 y 1120 de 2017), o las normas que los modifiquen o sustituyan.
[263] Actualmente, la Resolución 0305 de 2026.

establecido por la Corte Constitucional en su Sentencia C-280/24 y con los instrumentos de gestión del cambio climático que establece la Ley 1931 de 2018, los EIA deben elaborarse incorporando la variable cambio climático, en todas las etapas que comprenden el proyecto, obra o actividad (preconstrucción, construcción, operación y desmantelamiento y cierre ambiental), de acuerdo con los siguientes lineamientos.

Teniendo en cuenta que el cambio climático es una variable transversal que no puede abordarse en un único numeral del EIA, es necesario incorporarla de forma armónica en apartados de este estudio diferentes al plan de gestión de cambio climático para que, en efecto, la ejecución de un proyecto, obra o actividad al que se le conceda licencia, desarrolle eficazmente medidas de mitigación de GEI y adaptación al cambio climático. En este sentido, en los numerales: i) Descripción del proyecto, ii) Caracterización ambiental, iii) Evaluación ambiental, iv) Plan de manejo ambiental y, v) Dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo, se deben incorporar consideraciones sobre cambio climático de la siguiente forma.

- En el numeral de descripción del proyecto se debe hacer evidente cómo se incorporó la variable cambio climático para que la configuración específica del proyecto, obra o actividad en términos de diseño, tecnología y localización (o trazado, en caso de aplicar) haga posible su adaptación al cambio climático y la mitigación de GEI.

- Por su parte, en la caracterización ambiental se debe procurar que la información de línea base de componentes clave como el hidrológico y el oceanográfico, se construya mediante series de datos con periodos de tiempo suficientes que permitan hacer previsiones asociadas al cambio climático.

- En el contexto de la evaluación ambiental, se debe tener en cuenta la forma en que el cambio climático puede afectar las características ambientales del área de influencia con el propósito de determinar y valorar los impactos ambientales de los escenarios con y sin proyecto.

  Esto no implica generar escenarios adicionales de evaluación ambiental, sino emplear los escenarios prospectivos de cambio climático modelados en el Plan de gestión de cambio climático, particularmente los basados en variables como precipitación y temperatura, para prever cómo se puede modificar la significancia de los impactos ambientales generados por las actividades humanas descritas en la línea base y por la eventual ejecución del proyecto. En este sentido, la evaluación ambiental se apoya en escenarios prospectivos que estimen la forma en que el cambio climático genera alteraciones en los elementos del ambiente que pueden ser impactados por el proyecto, obra o actividad.

- Si en el Plan de manejo ambiental o en la Dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo se identifica que una de sus medidas es también una medida de mitigación de GEI o de adaptación al cambio climático, es necesario que en dichos planes se señale tal propiedad para facilitar el proceso de evaluación de la autoridad ambiental y la cuantificación y seguimiento a las metas durante la ejecución del proyecto, en caso de que se otorgue licencia ambiental.

Se debe considerar que las medidas de mitigación de GEI y de adaptación al cambio climático incorporadas al Plan de gestión de cambio climático tienen dos propósitos adicionales a su objetivo fundamental, los cuales se materializan durante la ejecución del proyecto, obra o actividad. Tales propósitos complementarios son: i) brindar información útil a las autoridades ambientales para la gestión ambiental y la toma de decisiones asociadas al área de su jurisdicción y, ii) facilitar el proceso de contabilización y transmisión de información sobre adaptación y mitigación que deben realizar los titulares de licencias ambientales a las entidades competentes de evaluar el avance en el cumplimiento de metas sectoriales.

A continuación, se establecen las orientaciones para desarrollar el inventario de emisiones de GEI, para incorporar consideraciones de mitigación de GEI y para incorporar consideraciones de adaptación al cambio climático, elementos constitutivos del Plan de gestión de cambio climático.

10.7.1 Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero

Se deben determinar todas las fuentes de emisión de GEI del proyecto, obra o actividad, así como estimar y reportar todas sus emisiones de GEI, incluyendo dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF_6), entre otros GEI. Igualmente, se deben estimar y reportar las emisiones de GEI biogénicas antropogénicas[264] por separado de las emisiones antropogénicas.

Considerando las fuentes de emisión, se deben estimar las emisiones basadas en las estimaciones derivadas del uso de combustibles, tanto fósiles como biomasa, en todas las fuentes estacionarias, fugitivas y móviles[265]; las emisiones asociadas a energía comprada o adquirida; las emisiones generadas en procesos industriales y de fabricación, ya sean

[264] Según la norma ISO 14064-1:2018, la *emisión de GEI biogénica antropogénica* corresponde a la emisión de GEI a partir de material biogénico como resultado de actividades humanas; *CO_2 biogénico* se refiere al CO_2 obtenido mediante a oxidación de carbono biogénico. *Carbono biogénico* corresponde al carbono derivado de la biomasa.

[265] Esto incluye las emisiones generadas por la combustión de combustibles en vehículos de flota (como automóviles, camionetas, furgonetas, camiones, entre otros), así como las emisiones de fuentes fijas o estacionarias como calderas, hornos y equipos, cambio de uso del suelo y, las emisiones de fuentes fugitivas (aires y refrigerantes, extintores, entre otros) propias o contratadas por el proyecto.

realizados in situ o contratados por el proyecto, obra o actividad; así como otras emisiones indirectas significativas de GEI[266] para cada uno de los GEI emitidos durante la vida útil del proyecto, obra o actividad.

La estimación de GEI debe realizarse, con la mayor información disponible, para cada etapa del proyecto considerando la preconstrucción, construcción, operación y desmantelamiento y cierre ambiental.

Se debe indicar a su vez el total de emisiones expresado en toneladas de CO_{2e} y especificar el método de estimación empleado[267]; en caso de que esta estimación no aplique, se debe suministrar el soporte técnico basado en las actividades del proyecto, obra o actividad. Esta información constituye la base para incorporar la mitigación de GEI en el EIA.

En caso de obtener el instrumento de manejo y control ambiental y una vez el proyecto inicie actividades, la estimación de GEI debe realizarse con la frecuencia establecida en el acto administrativo. Asimismo, dicha estimación debe ser objeto de verificación por tercera parte establecida en el acto administrativo[268].

La estimación de emisiones de GEI con factores de emisión se debe realizar utilizando factores de emisión específicos para el caso colombiano, siempre que estén disponibles. En caso contrario, es posible emplear factores de emisión reportados en fuentes secundarias[269] o aquellos asociados directamente con la descripción del proyecto.

Finalmente, se deben anexar los archivos asociados a las estimaciones de GEI en formato Excel o de archivo de texto plano (.csv), formulados y sin protección de ningún tipo, incluyendo en ellos como mínimo los datos de actividad, factores de emisión, suposiciones empleadas, conversiones, fuentes de información y emisiones calculadas. Una vez se formulen las medidas de mitigación de GEI, en este archivo también se deben incluir los

[266] Las emisiones indirectas significativas incluyen aquellas generadas durante todas las etapas de ejecución del proyecto (preconstrucción, construcción, operación y desmantelamiento y cierre ambiental), abarcando fuentes como la producción y transporte de insumos y materiales necesarios para su ejecución, el consumo de bienes y servicios adquiridos, las actividades realizadas por contratistas y proveedores, el uso de equipos o infraestructuras externas vinculadas al proyecto, el transporte y distribución de bienes relacionados, el tratamiento y disposición de residuos generados, así como cualquier otra fuente de emisión derivada de actividades que, aunque no sean controladas directamente por el proyecto, estén asociadas a su desarrollo y operación.
[267] El detalle requerido para la estimación de GEI, según el sector o tipo de proyecto, obra o actividad, debe consultarse en los términos de referencia que apliquen.
[268] Las declaraciones de verificación de las emisiones de GEI deben ser expedidas por un organismo acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC).
[269] Por ejemplo, documentos oficiales publicados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) o, en ausencia de estos, otras fuentes secundarias reconocidas que aseguren la validez técnica, representatividad y coherencia de los factores de emisión con las condiciones del proyecto.

cálculos de la proyección de emisiones con y sin medidas de mitigación, a fin de evidenciar la meta de mitigación (emisiones evitadas).

10.7.2 Consideraciones para la mitigación de GEI

El propósito fundamental de este numeral del Plan de gestión de cambio climático es formular medidas de mitigación de GEI a partir de las características del proyecto, obra o actividad y de las condiciones ambientales de su área de influencia. Asimismo, en este numeral se deben estimar las emisiones evitadas (asociadas a la configuración específica de diseño, tecnología y localización –o trazado- del proyecto) y establecer las metas asociadas a la reducción de emisiones de GEI.

Para estimar las emisiones evitadas se debe considerar lo siguiente:

a) Estructurar la estimación por etapas del proyecto, incluyendo como mínimo la construcción, operación y desmantelamiento y cierre ambiental, según aplique, e identificar las actividades y fuentes relevantes de cada etapa.

b) Plantear dos escenarios prospectivos comparables por etapa del proyecto, así:

- Escenario 1 (BAU), correspondiente a la ejecución del proyecto con una configuración convencional de diseño, tecnología y localización (o trazado).

- Escenario 2 (con proyecto), correspondiente a la configuración propuesta, incorporando condiciones de diseño, tecnología y localización (o trazado) que reducen emisiones de GEI.

c) Definir supuestos y parámetros de comparación, describiendo y documentando para ambos escenarios y por etapa del proyecto lo siguiente: i) el alcance de la estimación (fuentes, actividades y procesos incluidos y excluidos); ii) sus límites (procesos considerados dentro y fuera del proyecto); iii) el periodo de análisis (etapas de construcción, operación –empleando un año representativo[270] para esta etapa- y desmantelamiento y cierre ambiental, según aplique) y; iv) los supuestos y parámetros que condicionan los resultados (p. ej. demanda energética, horas de operación, factores de carga, vida útil, rendimientos, distancias, consumos específicos y tasas de reemplazo); esto permite comparar los escenarios BAU y proyecto mediante criterios equivalentes.

[270] Emisiones que genera el proyecto durante el año que mejor representa su comportamiento en términos de emisiones de GEI.

Para cada supuesto o parámetro se debe indicar la fuente de información y el sustento técnico y, cuando aplique, el rango o criterio de selección adoptado a fin de asegurar que el ejercicio sea verificable.

d) Cuantificar y presentar las emisiones evitadas de la siguiente forma:

$$Emisiones\ evitadas = Emisiones\ BAU - Emisiones\ con\ proyecto$$

La estimación de las emisiones generadas en las etapas del escenario con proyecto debe partir de su configuración específica de diseño, tecnología y localización (o trazado), considerando lo siguiente:

- Para construcción y desmantelamiento y cierre ambiental, por año o por duración de la etapa, de acuerdo con el cronograma de obras.

- Para operación, como mínimo para un año representativo de operación (p. ej. primer año) y, cuando sea pertinente, para hitos de cambio de capacidad o tecnología.

Las medidas de mitigación de GEI que se formulen deben tener el propósito de disminuir la cantidad de emisiones de GEI que se generarían con la ejecución del proyecto, obra o actividad. Cuando no sea posible mitigar las emisiones de GEI del proyecto y sólo como último recurso, es posible formular medidas de compensación de GEI que incrementen la cantidad de GEI asimilada en el área de influencia.

Las compensaciones fijadas desde el Plan de compensaciones del medio biótico y el Plan de manejo ambiental no pueden emplearse para compensar las emisiones de GEI; el incremento en la cantidad de GEI asimilada en el área de influencia mediante las medidas de compensación de GEI debe ser adicional a la que se logra con las compensaciones de del medio biótico y del PMA.

Se debe especificar para cada medida, si corresponde a mitigación de GEI o a compensación de GEI.

Por otra parte, se deben establecer metas de mitigación de GEI para cada etapa del proyecto, considerando las emisiones basadas en las estimaciones derivadas del uso de combustibles, tanto fósiles como biomasa, en todas las fuentes estacionarias, fugitivas y móviles[271]; las emisiones asociadas a energía comprada o adquirida; las emisiones

[271] Esto incluye las emisiones generadas por la combustión de combustibles en vehículos de flota (como automóviles, camionetas, furgonetas, camiones, entre otros), así como las emisiones de fuentes fijas o estacionarias como calderas, hornos y equipos, cambio de uso del suelo y, las emisiones de fuentes fugitivas (aires y refrigerantes, extintores, entre otros) propias o contratadas por el proyecto.

generadas en procesos industriales y de fabricación, ya sean realizados in situ o contratados por el proyecto, así como otras emisiones indirectas significativas de GEI[272].

Las metas de mitigación se establecen a partir de la diferencia que resulte entre la emisión de GEI para el escenario BAU[273] (escenario de ejecución del proyecto sin medidas de mitigación de GEI) y la emisión de GEI para el escenario de ejecución del proyecto con la aplicación de medidas de mitigación. Se debe especificar la metodología utilizada para la proyección de las emisiones en los escenarios con y sin medidas a partir de la mejor información disponible[274].

Para cada una de las medidas se debe establecer lo siguiente:

- Nombre.
- Objetivo (disminución de emisiones de GEI o incremento de GEI almacenado sumideros o reservorios en el área de influencia).
- Meta relacionada con cada objetivo en términos del potencial de mitigación (toneladas de CO_{2e}). Deben especificar los resultados finales y parciales esperados mediante la aplicación de la medida para cada fuente identificada en el inventario de emisiones de GEI.
- Descripción de la medida y sus acciones (breve descripción de las actividades mediante las que se desarrolla la medida y sus acciones).
- Limitantes de implementación de la medida.
- Lugares de implementación.
- Beneficios de implementación.
- Etapas y fases del proyecto, obra o actividad en las que se prevé su implementación.

[272] Aquellas generadas a lo largo de la cadena de valor del proyecto, abarcando fuentes como la producción y transporte de insumos y materiales necesarios para su ejecución, el consumo de bienes y servicios adquiridos, las actividades realizadas por contratistas y proveedores, el uso de equipos o infraestructuras externas vinculadas al proyecto, el transporte y distribución de bienes relacionados, el tratamiento y disposición de residuos generados, así como cualquier otra fuente de emisión derivada de actividades que, aunque no sean controladas directamente por el proyecto, estén asociadas a su desarrollo y operación.
[273] BAU: Business as usual, por sus siglas en inglés. En español se entiende como el escenario convencional.
[274] Por ejemplo, documentos oficiales publicados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) o, en ausencia de estos, otras fuentes secundarias reconocidas que aseguren la validez técnica, representatividad y coherencia de los factores de emisión con las condiciones del proyecto.

- Cronograma de implementación, señalando fechas de inicio y finalización.

- Estimativo de los recursos (humanos, técnicos y tecnológicos, maquinaria y equipos, materiales, entre otros) y costos necesarios para la implementación de cada acción.

- Indicador de avance y eficacia de implementación[275].

En caso de obtener el instrumento de manejo y control ambiental y una vez el proyecto inicie actividades, las metas y medidas de mitigación de GEI deben actualizarse conforme avanza cada etapa del proyecto en el marco de su seguimiento y control ambiental.

10.7.3 Consideraciones para la adaptación al cambio climático

El propósito de este numeral es formular medidas de adaptación al cambio climático para el proyecto, obra o actividad y los elementos del ambiente que pueden resultar impactados por su ejecución; en este numeral, tales elementos se denominan *Entorno*. Para ello, es necesario desarrollar escenarios de variabilidad y cambio climáticos y una evaluación del riesgo climático, considerando los resultados obtenidos en la caracterización ambiental, el capítulo de demanda, uso, aprovechamiento y afectación a los recursos naturales y la Dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo; a este último respecto, particularmente la información referida a la identificación, caracterización, análisis y evaluación de amenazas de tipo endógeno y exógeno, la estimación de áreas de amenaza y de probable afectación y al análisis de vulnerabilidad.

Para desarrollar el apartado sobre adaptación al cambio climático, es importante evaluar cómo, en un escenario futuro, la implementación del proyecto, obra o actividad podría incrementar las condiciones de vulnerabilidad al cambio climático de los elementos del ambiente que pueden ser impactos por el proyecto, al comprometer la capacidad de adaptación y resiliencia de las comunidades y de los ecosistemas afectados.

10.7.3.1 Escenarios de variabilidad y cambio climático

Se debe modelizar y analizar la variabilidad climática y el cambio climático utilizando las proyecciones climáticas más recientes bajo los escenarios del último reporte de evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC)[276] y las comunicaciones nacionales sobre cambio climático. Es posible desarrollar, actualizar o

[275] El indicador de cada medida debe formularse teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el numeral 10.2 del presente capítulo.
[276] Actualmente, los escenarios incorporados al quinto y sexto reporte de evaluación (IPCC AR5) e (IPCC AR6), corresponden a las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por su sigla en inglés) de la selección justificada de los diferentes Modelos de Circulación Global (GCM).

detallar escenarios climáticos específicos de acuerdo con las necesidades del sector al cual pertenece el proyecto, obra o actividad, siempre que estos reduzcan la incertidumbre y mantengan consistencia metodológica, trazabilidad, robustez técnica y coherencia con los lineamientos nacionales vigentes. Cuando no se desarrollen escenarios específicos, deben emplearse los escenarios generados y validados por el Ideam como entidad nacional competente.

Esta modelización busca evaluar los posibles impactos de la variabilidad climática y el cambio climático en el proyecto y en los elementos del ambiente que éste puede impactar, con el fin de aportar elementos que mejoren su configuración tecnológica, de diseño y localización, así como sus medidas de adaptación al cambio climático. La modelización y su análisis debe incorporar los resultados de la Dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo y la información del capítulo de demanda, uso, aprovechamiento y afectación a los recursos naturales, con el fin de ampliar la visión de las potenciales vulnerabilidades y así desarrollar medidas de adaptación más efectivas.

Las medidas de adaptación derivadas de los escenarios de variabilidad y cambio climático deben incorporarse al Plan de gestión de cambio climático de forma tal, que su implementación en el corto, mediano y largo plazo sea coherente con las condiciones de ejecución del proyecto, asegurando así una gestión proactiva de los riesgos asociados al cambio climático durante toda su vida útil.

A continuación, se mencionan orientaciones generales para desarrollar modelos de variabilidad climática, de cambio climático, así como del cambio que se esperaría bajo escenarios de cambio climático en los componentes hidrológico e hidrogeológico y en algunos elementos del medio biótico. Estos modelos, aunque no son los únicos, son útiles para la formulación de medidas de adaptación y también para la determinación y valoración de los impactos ambientales del proyecto.

- **Modelos de variabilidad climática y de cambio climático**. A partir de las directrices más recientes del IPCC y de acuerdo con la disponibilidad de datos climáticos y meteorológicos, se deben desarrollar modelos de variabilidad climática retrospectivos (en un periodo de entre 20 y 30 años) e identificar eventos extremos en prospectiva para el área de influencia del proyecto, obra o actividad que permitan determinar las tendencias relacionadas con las alteraciones de patrones de variabilidad climática, identificar eventos extremos (p. ej. olas de calor, tormentas intensas y precipitaciones extremas) y establecer efectos asociados a los fenómenos de variabilidad climática analizados. Tales modelos se deben emplear para la formulación e implementación del proyecto, obra o actividad con el fin de fortalecer la resiliencia del proyecto y de aquellos elementos ambientales que éste puede impactar.

Se debe desarrollar un modelo prospectivo de cambio climático que utilice como insumo la información histórica de precipitación y temperatura para un período no inferior a 20 o 30 años, así como los escenarios de cambio climático generados por el Ideam bajo las SSP. El análisis debe incluir al menos dos de los escenarios disponibles (SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0, SSP5–8.5)[277] y cubrir uno o más de los siguientes horizontes temporales: corto (2021–2040), mediano (2041–2060) y largo plazo (2081–2100).

- **Modelos del componente hidrológico**. La modelización de los cuerpos de agua sujetos al uso y/o aprovechamiento de recursos naturales renovables, debe realizarse contemplando la precipitación y temperatura de los escenarios SSP[278], así como los resultados de los modelos prospectivos desarrollados en la caracterización de los componentes hidrológico (caudales superficiales) y de ecosistemas terrestres (cambios en la cobertura de la tierra).

  Para evaluar la dinámica hídrica de los sitios susceptibles de intervención por captación, vertimiento u ocupación de cauce se deben tener en cuenta los fenómenos de inundación o sequía que resulten de los caudales máximos y mínimos arrojados en los escenarios prospectivos de cambio climático. Finalmente, se deben utilizar los escenarios de caudales y temperaturas para evaluar la potencial alteración a la calidad del recurso hídrico cuando se solicite permiso de vertimiento o se generen impactos que reduzcan a la calidad del agua.

- **Modelos del componente hidrogeológico**. El desarrollo de modelos hidrogeológicos numéricos debe incluir la estimación de la recarga potencial contemplando escenarios prospectivos de cambio climático que consideren como variables de entrada los cambios en la precipitación, temperatura, evapotranspiración y usos del suelo que puedan ocurrir en el área de influencia del proyecto.

- **Modelos bióticos**. La modelización biótica debe desarrollarse cuando el proyecto prevea el aprovechamiento forestal o intervenciones en ecosistemas estratégicos. Esta modelización debe estimar la distribución potencial de especies de fauna o flora sensibles ante los cambios de temperatura y precipitación (en ecosistemas acuáticos, preferiblemente de especies especialistas); con este fin, es posible realizar la proyección o transferencia del modelo de distribución potencial de especies generado en el marco de la caracterización ambiental (numeral 4.2.2.3.2, Análisis de conectividad) incorporando a éste los cambios previstos en las variables de

[277] Es importante que para el análisis se prioricen como mínimo los escenarios SSP2-4.5 y SSP3-7.0, los cuales representan un camino intermedio de desarrollo económico y un escenario de altas emisiones y menor mitigación, respectivamente.
[278] Se deben emplear los informes más recientes del IPCC o bien, la información oficial más actualizada del Ideam.

precipitación y temperatura para escenarios SSP en los períodos 2011-2040, así como los resultados de otros modelos prospectivos generados (p. ej. caudal y calidad del agua).

Si la transferencia del modelo conlleva la necesidad de su extrapolación debido a la existencia de condiciones no-análogas, es necesario seleccionar un método de extrapolación adecuado y realizar un análisis de climas análogos para verificar la potencia del modelo.

Como resultado, se debe presentar un análisis de afectación en los ecosistemas estratégicos teniendo en cuenta los escenarios SSP. Asimismo, dada la afectación a los ecosistemas (entre ellos los acuáticos), esta información debe tenerse en cuenta para determinar la cantidad de recursos a aprovechar, usar o afectar en caso de requerir la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal o de cualquier otro permiso o autorización.

Los resultados de los modelos deben ser tenidos en cuenta para la incorporar a la evaluación ambiental la variable cambio climático.

10.7.3.2 Evaluación del riesgo climático

El riesgo por cambio climático resulta de la interacción entre las amenazas relacionadas con el clima y la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales afectados (IPCC, 2022). Para estimarlo, se deben seguir los lineamientos que establezca el IPCC en su informe de evaluación más reciente, aplicados a las condiciones ambientales del área de influencia y a las características del proyecto, conjugando información cuantitativa y cualitativa sobre el potencial de ocurrencia de amenazas climáticas y el grado de exposición y la vulnerabilidad al cambio climático del proyecto y del entorno.

El método de estimación del riesgo por cambio climático debe abordarse desde una perspectiva geográfica a fin de establecer diferentes grados de riesgo para el área de influencia y representar dentro de ésta, la localización de la infraestructura y obras del proyecto considerando las distintas etapas de éste. El método de estimación del riesgo por cambio climático, así como los procedimientos para calcular las variables que lo componen y desarrollar el mapa, deben ser descritos y justificados técnicamente.

10.7.3.2.1 ***Amenazas climáticas***

Esta variable, en el contexto de los estudios ambientales, se refiere a la ocurrencia potencial de un suceso físico climático de origen natural o humano que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, medios de prestación de servicios, ecosistemas, servicios ecosistémicos y demás elementos ambientales.

Teniendo en cuenta lo anterior, y con base en los resultados de los modelos de variabilidad y cambio climático previamente descritos, se deben identificar las amenazas climáticas, específicamente aquellas vinculadas a cambios en la precipitación y temperatura. Las amenazas pueden dividirse en dos tipos: aquellas derivadas de las tendencias a largo plazo, como el aumento del nivel del mar, el aumento de la temperatura, cambios en los patrones de precipitación y la pérdida de sumideros de carbono; y aquellas relacionadas con eventos extremos de variabilidad climática, tales como inundaciones más frecuentes e intensas, sequías prolongadas, deslizamientos, eventos meteorológicos extremos y olas de calor. También deben considerarse amenazas cuya intensidad puede incrementarse por sinergias con otras presiones antrópicas, como el cambio en el uso del suelo. Cada una de estas amenazas representa riesgos significativos para la infraestructura, los ecosistemas, los servicios y la salud, los cuales deben ser analizados y gestionados de manera integral en el marco de los EIA.

10.7.3.2.2 ***Elementos expuestos del proyecto o del entorno***

Se deben determinar los elementos del proyecto o del entorno que están expuestos a amenazas climáticas (de evolución lenta o eventos extremos) bajo condiciones climáticas actuales y futuras[279]. Con este fin, se debe identificar qué elementos señalados en la Dimensión ambiental del plan de gestión del riesgo y en los instrumentos de planificación ambiental, territorial y sectorial aplicables (p. ej. POT, POMCA, Planes de Desarrollo Municipal, Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales y Sectoriales – PIGCCT/S) están expuestos a amenazas climáticas o bien, desarrollar estudios complementarios para determinar qué elementos cumplen con esta condición.

Asimismo, a partir de una evaluación cualitativa o cuantitativa de cada uno de los elementos expuestos del proyecto o del entorno, se debe determinar cuán expuestos están a las amenazas climáticas identificadas previamente, o si en definitiva no presentan exposición alguna. Es necesario considerar que la estimación del grado de exposición de los elementos expuestos del entorno debe realizarse sólo para aquellos elementos del ambiente sobre los que el proyecto, obra o actividad genera impactos ambientales.

La determinación de elementos expuestos y la evaluación de su grado de exposición deben emplear también, información obtenida mediante recorridos de campo, entrevistas a grupos de interés (p. ej. funcionarios de oficinas de planeación municipal, comunidades, juntas de acción comunal) u otros métodos de recolección de información primaria.

[279] De acuerdo con los resultados obtenidos en el numeral *Escenarios de variabilidad y cambio climático* del presente plan.

10.7.3.2.3 ***Vulnerabilidad al cambio climático***

La vulnerabilidad al cambio climático es definida por el IPCC (2022) como la propensión o predisposición de un sistema a verse afectado negativamente, lo cual incluye su sensibilidad o susceptibilidad al daño, así como su capacidad limitada para enfrentar y adaptarse al cambio climático. En tal sentido, la vulnerabilidad al cambio climático debe ser estimada a partir de la sensibilidad climática y la capacidad adaptativa del proyecto y del entorno.

Dado que la sensibilidad climática al daño se define como el grado en que un sistema o especie resulta afectado, positiva o negativamente por la variabilidad o el cambio climático de manera directa (p. ej. una variación del rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media) o indirecta (p. ej. los daños causados por un aumento de la frecuencia de inundaciones costeras como consecuencia de una elevación del nivel del mar) (IPCC, 2022), es necesario desarrollar una evaluación cuantitativa o cualitativa para asignar un valor a la susceptibilidad intrínseca de cada elemento expuesto frente a las amenazas climáticas identificadas.

Esta evaluación debe basarse en los posibles daños de la amenaza climática sobre los elementos expuestos. Se debe estimar el grado de afectación sobre los elementos expuestos identificados considerando los modelos de variabilidad y cambio climático basados en el cambio en la temperatura y la precipitación, así como otros modelos desarrollados (p. ej. para los ecosistemas o algunos atributos hidrológicos o hidrogeológicos).

De otro lado, la capacidad adaptativa es definida por el IPCC (2022) como la habilidad de los sistemas, las instituciones, las personas y otros organismos para ajustarse a posibles daños, aprovechar oportunidades o enfrentar las consecuencias del cambio climático. Ya que esta capacidad está influenciada por condiciones estructurales como la disponibilidad y el acceso a recursos económicos, infraestructura, tecnología, conocimiento, redes institucionales, factores culturales y de gobernanza y características propias de los ecosistemas, es necesario determinar y analizar cuantitativa y cualitativamente el estado de estas variables condicionantes, para evaluar la capacidad adaptativa de los elementos expuestos del proyecto y el entorno frente a las amenazas climáticas.

La estimación y análisis de la vulnerabilidad climática del proyecto y del entorno debe tener en cuenta la información desarrollada en los escenarios prospectivos de variabilidad y cambio climático, así como los resultados de la determinación y valoración de impactos ambientales (numeral 7) para definir cómo los impactos previstos del proyecto afectan dicha vulnerabilidad. Este procedimiento debe integrar diversas variables, gestionar incertidumbres y validar los resultados, con el fin de alinearse con las mejores prácticas internacionales, tal como lo establece el IPCC AR6 (Capítulos 16 y 17).

Para estimar y analizar la vulnerabilidad, se debe evaluar primero la vulnerabilidad climática del entorno en ausencia del proyecto y, a partir de ello, identificar cómo la ejecución del proyecto podría modificar las condiciones de exposición, sensibilidad o capacidad adaptativa de sus elementos expuestos. Esta información es clave para orientar la formulación de medidas de adaptación hacia el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas sociales y ecológicos involucrados y hacia el aprovechamiento de oportunidades que mejoren su respuesta frente a los impactos del cambio climático.

Se debe describir y justificar técnicamente el método cuantitativo o cualitativo aplicado para estimar tanto la vulnerabilidad al cambio climático, como las variables que la componen. Además, debe verificarse la consistencia y fiabilidad de los resultados obtenidos, por ejemplo, contrastándolos con información contenida en estudios de entidades oficiales como el Ideam o en los POT, PIGCCT o POMCA, así como validando la coherencia interna de los datos utilizados y considerando percepciones locales obtenidas en campo.

10.7.3.3 Medidas de adaptación al cambio climático

A partir de los resultados del análisis de vulnerabilidad, del análisis de resiliencia y de la estimación del riesgo por cambio climático, se deben formular opciones de adaptación, entendidas como el conjunto de líneas de acción para reducir el riesgo climático. A partir de estas opciones, se deben formular medidas de adaptación concretas que puedan ser desarrolladas a través de acciones específicas cuyo propósito sea reducir la vulnerabilidad, incrementar la resiliencia[280] y fortalecer la capacidad adaptativa del proyecto y de los elementos del ambiente que este pueda impactar (p. ej. ecosistemas estratégicos, comunidades rurales y urbanas) frente a los potenciales impactos del cambio climático.

La formulación de las medidas de adaptación debe considerar, además, los resultados del proceso de participación con los grupos de interés del área de influencia con el fin de incorporar su conocimiento y experiencia, así como de prevenir la configuración de conflictos socioambientales. Estas medidas deben desarrollarse bajo un enfoque integral que, tomando en cuenta las condiciones particulares del proyecto y de su área de influencia, combine coherentemente diferentes acciones o enfoques como el de las soluciones basadas en la naturaleza (SbN).

La formulación de las SbN implica la búsqueda del aprovechamiento y manejo sostenible de los ecosistemas para reducir los riesgos climáticos, fortalecer la resiliencia de las comunidades y proteger los servicios ecosistémicos esenciales; asimismo, busca complementar y reforzar las estrategias tecnológicas y sociales de adaptación. En este sentido, el planteamiento de las SbN debe integrar conocimientos técnicos y científicos, la

[280] El análisis de resiliencia debe desarrollarse considerando las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto (p. ej. ecosistémicas, abióticas, sociales, económicas y culturales).

participación de las comunidades y una visión a largo plazo para maximizar sus beneficios y garantizar su sostenibilidad.

Las opciones y medidas se deben formular teniendo en cuenta el contexto ecosistémico y empleando, por ejemplo, la información sobre conectividad y fragmentación, así como la modelización biótica señalada más arriba en este numeral de Plan de gestión de cambio climático.

Con el fin de dar mayor consistencia al Plan de gestión de cambio climático, es necesario que se identifiquen las medidas de adaptación que generan co-beneficios en mitigación de GEI y viceversa, y también, que se señalen las medidas de adaptación que producen aportes adicionales a las metas sobre cambio climático de las iniciativas de las autoridades ambientales o territoriales, por ejemplo, las establecidas en sus planes de acción.

Para la presentación de cada una de las medidas de adaptación al cambio climático se debe definir:

- Nombre.
- Objetivos.
- Meta relacionada con cada objetivo. Las metas deben especificar qué resultados finales y parciales se espera obtener mediante la aplicación de la medida.
- Descripción de la medida y sus acciones (breve descripción de las acciones mediante las que se desarrolla la medida).
- Limitantes de implementación de la medida.
- Lugares de implementación.
- Beneficios de implementación.
- Tipo o enfoque de la medida de adaptación (Adaptación basada en Ecosistemas -AbE, en Comunidades -AbC, en Infraestructura -AbI, entre otras).
- Dimensión[281] de la última comunicación en adaptación de país disponible a la cual se asocia.

[281] Hace referencia a las categorías bajo las cuales el Ideam evalúa el riesgo climático y sus variables, por ejemplo, dimensión recurso hídrico, dimensión biodiversidad y dimensión infraestructura.

- Etapas y fases del proyecto, obra o actividad en las que se prevé su implementación.

- Amenaza o riesgo climático que atiende, por ejemplo, cambio en patrones de lluvia, olas de calor, cambios bruscos de temperatura, granizo, vientos fuertes, lluvias intensas, heladas, barreras o riesgo de mercado, uso insostenible de recursos locales o pérdida de conocimientos o activos.

- Descripción detallada de cómo contribuye en la reducción del riesgo climático y sus impactos asociados.

- Impacto relacionado, por ejemplo, sequías, pérdida de productividad, pérdida de cosechas, erosión, deslizamiento, inundaciones, pérdida de ecosistemas, incendios forestales, disminución de disponibilidad de agua, reducción de seguridad alimentaria, exposición a enfermedades, dependencia económica, degradación de medios de vida o emisiones de GEI.

- Cronograma de implementación, señalando fechas de inicio y finalización.

- Estructura y análisis de los costos, detallando los principales rubros (humanos, técnicos y tecnológicos, maquinaria y equipos, materiales, entre otros) e incluyendo aquellos relacionados con el monitoreo y seguimiento a la implementación de la medida.

- Indicadores para medir la eficacia. Deben formularse teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el numeral 10.2 del presente capítulo, enfocándose necesariamente en medir el impacto de la ejecución de la medida en la reducción de la vulnerabilidad y el riesgo asociado al cambio climático; complementariamente, es posible formular un indicador dirigido a verificar el cumplimiento de ejecución de la medida.

BIBLIOGRAFÍA

ABAJO, B., NAVARRO, D., GARCÍA, G., ZORITA, S., FELIU, E., KLETT, P., SÁNCHEZ, M. & HERAS, F. Guía para la evaluación de riesgos asociados al cambio climático 2023. España: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico –MITECO, 2023. 84 p.

AMENT, R., CALLAHAN, R., MCCLURE, M. REULING, M. & TABOR, G. Wildlife Connectivity: Fundamentals for conservation action. Bozeman, Montana: Center for large landscape conservation, 2014.

AMOROS, C., & BORNETTE, G. Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. Freshwater Biology. 47, 4 (2002); 761–776.

ANADÓN, J., D'AGROSA, C., GONDOR, A., GERBER, L. Quantifying the Spatial Ecology of Wide-Ranging Marine Species in the Gulf of California: Implications for Marine Conservation Planning. PLoS ONE. 6, 12 (2011) e28400; 1-10.

ANGARITA, H., WICKEL, A., SIEBER, J., CHAVARRO, J., MALDONADO-OCAMPO, J. HERRERA-R, G., DELGADO, J. AND PURKEY, D. Basin-scale impacts of hydropower development on the Mompós Depression wetlands, Colombia. Hydrology and Earth System Sciences. 22, (2018); p. 2839–2865.

ANGULO A., RUEDA-ALMONACID, J., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. & LA MARCA, E. (Eds.). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Serie Manuales de Campo Nº 2. Bogotá D.C.: Conservación Internacional. Panamericana Formas e Impresos S.A., 2006. 298 p.

AZAM, C., LE VIOL, I., JULIEN, J., BAS, Y., & KERBIRIOU, C. Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program. Landscape Ecology. 31, 10 (2016); p. 2471–2483.

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES – ANLA. Guía para la solicitud y uso del permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales. Bogotá D. C.: ANLA, s. f. 60 p.

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES –ANLA. Guía para el diligenciamiento de metadatos de información geográfica. Bogotá D. C., Colombia: ANLA, 2020.

BÁEZ-POLO, A. (ed.). Manual de métodos de ecosistemas marinos y costeros con miras a establecer impactos ambientales. Convenio para fortalecimiento de los métodos de

investigación marina para actividades costa afuera por parte del sector hidrocarburos. Invemar-ANH. Santa Marta: D.C.T.H., 2013. 212 p. + Anexos.

BEIER, P., MAJKA, D. & JENNESS, J. Designing Wildlife Corridors with ArcGIS. Watsonville, CA, 2007.

BENNIE, J., DUFFY, J., DAVIES, T., CORREA-CANO, M., GASTON, K. Global trends in exposure to light pollution in natural terrestrial ecosystems. Remote Sensing. 7 (2015); p. 2715-2730.

BENZING, D. Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1990.

BODIN, Ö. & SAURA, S. Ranking individual habitat patches as connectivity providers: integrating network analysis and patch removal experiments. Ecological Modelling. 221, (2010); p. 2393-2405.

BÖHRINGER, C. & JOCHEM, P. Measuring the immeasurable – A survey of sustainability indexes. Ecological Economics. 63, 1 (2007); p. 1-8.

BRAUN BLANQUET, J. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 820 p.

BUITRAGO, A., MENDOZA, Á., MARÍN, D., MARTÍNEZ, D., BARONA, E., PANTOJA, H., ZAPATA, L., & FORERO, A. Protocolo para toma de medidas de grabaciones focales en espectro audible utilizando el programa Raven (Versión 1.6.1) / Colección de Sonidos Ambientales. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2022.

BUNKLEY, J., McCLURE, C., KLEIST, N., FRANCIS, C., & BARBER, J. Anthropogenic noise alters bat activity levels and echolocation calls. Global Ecology and Conservation. 3, (2015); p. 62–71.

BUNN, A., URBAN, D., & KEITT, T. Landscape connectivity: a conservation application of graph theory. Journal of Environmental Management. 59, 4 (2000); 265–278.

BUREAU OF LAND MANAGEMENT –BLM. Visual resource management. Manual 8400. Estados Unidos, Washington: Departamento del Interior, 1986. 15 p.

BURKHARD, B. & MAES, J. (Eds.). Mapping Ecosystem Services. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. 374 p.

BURNS, K. C. & G. ZOTZ. A hierarchical framework for investigating epiphyte assemblages: networks, meta-communities, and scale. Ecology, 91, 2 (2010); 377–385.

CALDERÓN, E.; GALEANO, G y GARCÍA, N. Libro rojo de plantas de Colombia. Vol. 2: Palmas, frailejones y zamias. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005.

CÁRDENAS-LÓPEZ, D., BAPTISTE M. Y CASTAÑO N. (Eds). Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia. Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2017. 295 p.

CARR, M. & HANZEN, E. Ecological connectivity in the ocean. En: Hilty, J. (Ed.). Corridor Ecology: Linking Landscapes for Biodiversity Conservation and Climate Adaptation. Second edition. Washington, District of Columbia: Island Press. (2019); 216-237.

CARROLL, C., McRAE, B., & BROOKES, A. Use of linkage mapping and centrality analysis across habitat gradients to conserve connectivity of gray wolf populations in western North America. Conservation Biology, 26, 1 (2012), 78–87.

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

CARVAJAL-QUINTERO, J., JANUCHOWSKI-HARTLEY, S., MALDONADO-OCAMPO, J., JÉZÉQUEL, C., DELGADO, J., & TEDESCO, P. A. (2017). Damming fragments species ranges and heightens extinction risk. Conservation Letters, 10(6), 708-716.

CASTRO, R., CASTRO, D., CASALLAS, Y. Tasa de descuento: aspectos relevantes para el licenciamiento ambiental en Colombia. Revista Desarrollo y Sociedad, Universidad de los Andes –CEDE. 84, 1 (2020); p. 9-55.

CHASQUI V., L., A. POLANCO F., A. ACERO P., P.A. MEJÍA-FALLA, A. NAVIA, L.A. ZAPATA Y J.P. CALDAS. (Eds.). Libro rojo de peces marinos de Colombia. Santa Marta, Colombia: Instituto de investigaciones marinas y costeras “José Benito Vives de Andréis” –Invemar, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Serie de Publicaciones Generales de Invemar # 93, 2017. 552 p.

CHURCHILL, S., ALDANA, C., OPISSO, J., MORALES, T. Familias y géneros de los musgos de los Andes tropicales. St Louis: Missouri Botanical Garden (2020).

CHURCHILL, S., GRIFFIN, D., MUÑOZ, J. A checklist of the mosses of the tropical Andean countries. Ruizia. 17 (2000); 1–20.

COLLINGE, S. & FORMAN, R. A Conceptual Model of Land Conversion Processes: Predictions and Evidence from a Microlandscape Experiment with Grassland Insects. Oikos, 82, 1 (1998); p. 66.

COLOMBIA. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI –IGAC. Resolución 197 “Por la cual se modifica la Resolución 471 de 2020". Bogotá: IGAC, 2022.

COMISIÓN INTERAMERICANA DE DERECHOS HUMANOS (CIDH) & RELATORÍA ESPECIAL SOBRE LOS DERECHOS ECONÓMICOS, SOCIALES, CULTURALES Y AMBIENTALES (REDESCA). Resolución no. 3/2021 Emergencia climática: alcance de las obligaciones interamericanas en materia de derechos humanos. CIDH – REDESCA, 2021. 26 p.

CONESA, V. Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Cuarta edición revisada y ampliada. Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa, 2010.

CORREA, C., MENDOZA, M., ETTER, A., & PÉREZ, D. Anthropogenic impact on habitat connectivity: A multidimensional human footprint index evaluated in a highly biodiverse landscape of Mexico. Ecological Indicators. 72 (2017); p. 895–909.

CORREA, D. Pasos de fauna en infraestructura lineal: cartilla de referencia para toma de decisiones. Bogotá D. C.: Conservación de bosques y sostenibilidad en el Corazón de la Amazonía, 2020. 166 p.

CORTE INTERAMERICANA DE DERECHOS HUMANOS –CIDH. Opinión consultiva OC-23/17 de 15 de noviembre de 2017 solicitada por la República de Colombia. Medio Ambiente y Derechos Humanos. San José, Costa Rica: CIDH, 2017.

CRUMP, M., & SCOTT JR., N. Visual encounter surveys. In W. R. HEYER, M., DONNELLY, McDIARMID, R., HAYEK, L. & FOSTER, M. (Eds.), Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Washington, DC.: Smithsonian Institution Press. (1994); p. 84–92.

DANISH INSTITUTE FOR HUMAN RIGHTS (DIHR). Crosscutting: Stakehoder Engagement. Human Rights Impact Assessment Guidance and Toolbox. DIHR, 2020.

DAY, T. Longitudinal dispersion of fluid particles in mountain streams: 1. Theory and filed evidence. J. Hydro. (N.Z.), 16, 1 (1977); p. 7-25.

DEICHMANN, J., HERNÁNDEZ-SERNA, A., DELGADO A., CAMPOS-CERQUEIRA, M., MITCHELL AIDE, T. Soundscape analysis and acoustic monitoring document impacts of natural gas exploration on biodiversity in a tropical forest. Ecological Indicators. 74 (2017); p. 39-48.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA –DANE. Ficha metodológica tercer censo nacional agropecuario. Bogotá D. C.: DANE, 2016.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA –DANE. Metodología Gran Encuesta Integrada de Hogares. Colección documentos - actualización 2009. Núm. 83. Bogotá D. C.: DANE, 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN –DNP. Elementos para la formulación de la política nacional de ordenamiento territorial y alcances de las directrices departamentales. Bogotá D.C.: DNP, 2013.

DEPARTMENT FOR COMMUNITIES AND LOCAL GOVERNMENT –DCLG. Multi-criteria analysis: a manual. London: Department for Communities and Local Government, 2009. 165p.

DÍAZ-PULIDO, A. Y PAYÁN, E. Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Bogotá: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia, 2012. 32 p.

DINGMAN S. Physical hydrology Vol. 1. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 646 p.

EASTMAN, J. Multi-criteria evaluation and GIS. En: LONGLEY, P., GOODCHILD, M., MAGUIRE, D., RHIND, D. (Eds). Geographical Information Systems: principles, techniques, management and applications. New York: Wiley. (2005); p. 493–502.

EISENBEIS, G. & HÄNEL, A. Light pollution and the impact of artificial night lighting on insects. En: McDONNELL, M., HAHS, A., & BREUSTE, J. (Eds.). Ecology of Cities and Towns. Cambridge: Cambridge University Press. (2009); p. 243-263.

ELEFTHERIOU, A. Methods for the study of marine benthos. Fourth edition. Wiley Blackwell, 2013. 477 p.

EQUIPO DE TRABAJO DE LA RED LATINOAMERICANA DE SISTEMAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (REDLASEIA) y COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). Criterios para la integración del cambio climático en la evaluación ambiental de proyectos de inversión, serie Medio Ambiente y Desarrollo, N° 176 (LC/TS.2023/147). Santiago: CEPAL, 2023. 61 p.

ETHERINGTON, T. Least-Cost modelling and landscape ecology: concepts, applications, and opportunities. Current Landscape Ecology Reports. 1, 1 (2016); p. 40–53.

EUROPEAN MONITORING AND EVALUATION PROGRAMME –EMEP & EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Luxembourg: EEA, 2019. 21 p.

FRAHM, J.-P., POCS, T., O´SHEA, B., KOPONEN, T., PIIPPO, S., ENROTH, J., RAO, P., & FANG, Y.-M. Manual of tropical bryology. Bryophyte diversity and evolution, 23, 1 (2003); p 1–200. https://doi.org/10.11646/bde.23.1.1

FISCHER, H., List, J., IMBERGER, J., KOH, C., & BROOKS, N. Mixing in inland and coastal waters: New York: Academic Press, 1979. 483 p.

GAITÁN, M. & CÁRDENAS, P. Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas. Bogotá D. C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), 2017. 91 p.

GENTRY, A. Patterns of Neotropical plant species diversity. Evolutionary Biology. 15 (1982); p. 1-84.

GENTRY, H., DODSON, C. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. Annals of the Missouri Botanical Garden. 74, 2 (1987); p. 205-233.

GLIME, J. Field Taxonomy and Collection Methods. Chapter. 1-1. En: GLIME, J. Bryophyte Ecology. Volume 3. Methods. Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. (2017). https://digitalcommons.mtu.edu/oabooks/4/

GÓMEZ-LÓPEZ, D., NAVARRETE-RAMÍREZ, S., NAVAS-CAMACHO, R., DÍAZ-SÁNCHEZ, C., MUÑOZ-ESCOBAR, L. & GALEANO, E. Protocolo Indicador Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICT_{PM}). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Serie de publicaciones generales del Invemar No. 68. Santa Marta; Invemar, GEF y PNUD, 2014. 36 p.

GOPAL, B. A conceptual framework for environmental flows assessment based on ecosystem services and their economic valuation. Ecosystem Services. 2016. Volume 21, Part A (2016); p 53-58.

GRADSTEIN, S., CHURCHILL, S. & SALAZAR-ALLEN, N. Guide to the bryophytes of tropical America. Memoirs of the New York Botanical Garden. 86 (2001); p 1-577.

GRADSTEIN, S., NADKARNI, N., KRÖMER, T., HOLZ I. & NÖSKE, N. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity in tropical rain forests. Selbyana. 24 (2003); 105-111.

GRANADOS-SÁNCHEZ, D., LÓPEZ-RÍOS, G., HERNÁNDEZ-GARCÍA M. & SÁNCHEZ GONZÁLEZ, A. Ecología de las plantas epífitas. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 9, 2 (2003); 101-111.

GUITOUNI, A., & MARTEL, J. Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. European Journal of Operational Research. 109, 2 (1998); 501–521.

GUTIÉRREZ, F., LASSO, C., BAPTISTE, M., SÁNCHEZ-DUARTE, P. & DÍAZ, A. M. (Eds). VI Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie editorial recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2012. 335 p.

HAINES-YOUNG, R. & POTSCHIN, M. Methodologies for defining and assessing ecosystem services. Final Report, JNCC, Project Code C08-0170-0062. Centre for Environmental Management University of Nottingham, 2009. 69 p.

HALFFTER, G., MORENO C., & PINEDA, E. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. Manuales y Tesis. Vol. 2. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 2001. 79 p.

HALFFTER, G. A strategy for measuring landscape biodiversity. Biology International - Special Issue. 36 (1998); 3-17.

HERMOSO, V., WARD, D., KENNARD, M. Using water residency time to enhance spatio-temporal connectivity for conservation planning in seasonally dynamic freshwater ecosystems. Journal of Applied Ecology. 49 (2012); 1028–1035.

HERMOSO, V., KENNARD, M.J., LINKE, S. Integrating multidirectional connectivity requirements in systematic conservation planning for freshwater systems. Divers. Distrib. 18 (2012); 448–458.

HULBERT, S.H. Pseudoreplication and the Desing of Ecological Field Experiments. Ecological Monographs. 54 (1984); 187 - 211.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN –Icontec. Norma técnica colombiana NTC-ISO 14091:2021 Adaptación al cambio climático. Directrices sobre la vulnerabilidad, los impactos y la evaluación del riesgo. Bogotá D. C.: Icontec, 2021. 47p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam. Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua. Bogotá: Ideam, MAVDT, 2017. 586 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam & UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES –UDCA. Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión. Versión 2. Bogotá D.C.: Ideam, MADS, UDCA, 2015. 170 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA –CAR & UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES –UDCA. Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por salinización. Bogotá D.C.: Ideam, CAR, UDCA, 2017. 109 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE -PNUD, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE -Minambiente, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN -DNP, MINISTERIO DE RELACINES EXTERIORES – Cancillería. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogotá D.C.: Ideam, PNUD, Minambiente, DNP, Cancillería, 2017b. 333 p.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. 2017. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam. Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua –ERA. Bogotá: Ideam, Minambiente, 2013. 275 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam e INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS “JOSÉ BENITO VIVES DE ANDRÉIS” –Invemar. Protocolo de Monitoreo del Agua. Bogotá: Ideam, 2017. 586 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam, INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT –IAvH, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI –IGAC, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS “JOSÉ BENITO VIVES DE ANDRÉIS” –Invemar, INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS –Sinchi, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACÍFICO –IIAP, PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA –PNN & MINISTERIO DE AMBIENTE Y

DESARROLLO SOSTENIBLE –Minambiente. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) [mapa], Versión 2.1, escala 1:100.000, 2017.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO -PNUD, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE -Minambiente, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN -DNP, MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES -Cancillería. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogotá D. C.: Ideam, PNUD, Minambiente, DNP, CANCILLERÍA, FMAM, 2017b, 333 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam. Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá D.C.: Ideam, 2010. 72 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam. Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000. Bogotá: Ideam, Subdirección de ecosistemas e información ambiental, 2013. 88 p.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS “JOSÉ BENITO VIVES DE ANDRÉIS” –Invemar e INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam. Elaboración del análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para el país. Informe Técnico Final (ITF) – 001. Contrato con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD, N°. 0000040357. Santa Marta: Invemar, 2017. 256 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI –IGAC, INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –Ideam y MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL –MAVDT. Protocolo para la identificación y evaluación de los procesos de degradación de suelos y tierras por desertificación. Bogotá, Colombia: IGAC, Ideam, MAVDT, 2010. 143 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI –IGAC. Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia. Bogotá: Gobierno de Colombia, Universidad de los Andes, IGAC, 2012. 538 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI –IGAC. Elaboración de mapa de coberturas y usos de la tierra a diferentes escalas (IN-AGR-PC06-04). Bogotá, Colombia: IGAC, 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS –INVIAS. Manual de drenaje para carreteras. Bogotá: Ministerio de Transporte, 2009. 537 p.

INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION –IOC, SCIENTIFIC COMMITTEE ON OCEANIC RESEARCH –SCOR & INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE PHYSICAL SCIENCES OF THE OCEANS –IAPSO. The international thermodynamic equation of seawater – 2010: Calculation and use of thermodynamic properties. Intergovernmental Oceanographic Commission, Manuals and Guides No. 56. UNESCO, 2010. 196 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE –IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2021. 2391 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE –IPCC. Annex II: Glossary [Möller, V., R. van Diemen, J.B.R. Matthews, C. Méndez, S. Semenov, J.S. Fuglestvedt, A. Reisinger (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2022; 2897–2930. doi:10.1017/9781009325844.029.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE –IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2021. 2391 p.

INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES –IPBES. Decision IPBES-2/4. Conceptual framework. IPBES, s. f., 9 p.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION –ILO. Report I. General report Seventeenth International Conference of Labour Statisticians. Geneva: ILO, 2003. 100 p.

IWATSUKI Z. The Epiphytic Briophyte Communities in Japan. J Hattori Bot Lab. 22 (1960); 159-339.

JARAMILLO-FAYAD, J., VELÁZQUEZ, M., PREMAUER, J., GONZÁLEZ, J., & GONZÁLEZ VÉLEZ, J. Atropellamiento de fauna silvestre en Colombia: Guía para entender y diagnosticar este impacto. Medellín: Gobierno Nacional de Colombia – Institución Universitaria ITM, 2021. 109 p.

JOHANSSON, D. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. Acta Phytogeographica Suecica. 59 (1974); 1-136.

KASS, J., VILELA, B., AIELLO-LAMMENS, M., MUSCARELLA, R., MEROW, C., & ANDERSON, R. Wallace: A flexible platform for reproducible modeling of species niches and distributions built for community expansion. Methods in Ecology and Evolution. 9, 4 (2018); 1151–1156.

KATTAN, G., & NARANJO, L. (Eds.). Regiones biodiversas: herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas. Santiago de Cali: WWF, EcoAndina, 2008.

KILPATRICK, F., & WILSON, J. Measurement of time of travel in streams by dye tracing (rev.). Techniques of Water-Resources Investigations, book 3, chap. A9. Denver: United States Geological Survey, 1989. 27 p.

KING, E. & MURPHY, E. Environmental noise – 'Forgotten' or 'Ignored' pollutant? Applied Acoustics. 112 (2016); p. 211-215.

KORHONEN, P., MOSKOWITZ, H. & WALLENIUS, J. Multiple Criteria Decision Support - A review. European Journal of Operational Research. 63 (1992); 361-375.

LANDSBERG, F., TREWEEK, J., STICKLER, M., HENNINGER, N., VENN, O. Weaving ecosystem services into impact assessment. A Step-By-Step Method. Version 1.0. World Resources Institute, 2013.

LATERRA, P., BARRAL, P., CARMONA, A. & NAHUELHUAL, L. ECOSER: protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial. 2015.

LINARES, E. & URIBE, J. Libro rojo de Briófitas de Colombia. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales –Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, 2002. 170p.

LOZANO-ZAMBRANO, F. (Ed). Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt -IAvH y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR, 2009. 238 p.

LYYTIMÄKI, J. Nature's nocturnal services: Light pollution as a non-recognised challenge for ecosystem services research and management. Ecosystem Services. 3 (2013); 44–48.

MALDONADO-OCAMPO, J., ORTEGA-LARA, A., USMA J., GALVIS G., VILLA-NAVARRO, F., VÁSQUEZ L., PRADA-PEDREROS, S. & ARDILA C. Peces de los Andes de Colombia. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2005. 346 p.

MARINE BIODIVERSITY OBSERVATION NETWORK POLE TO POLE OF THE AMERICAS -MBON Pole to Pole. Sampling protocol for assessment of marine diversity on rocky shores (modified from the SARCE South American Research Group on Coastal Ecosystems for sampling on rocky shores protocol). Marine Biodiversity Observation Network Pole to Pole of the Americas, 2019. 13p.

MARTÍN-LÓPEZ, B., GONZÁLEZ, J., VILARDY, S. (Coord). Ciencias de la sostenibilidad: guía docente. Magdalena: Universidad de Magdalena, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad Autónoma de Madrid. 2012. 145 p.

MATEO-SÁNCHEZ, M., BALKENHOL, N., CUSHMAN, S., PÉREZ, T., DOMÍNGUEZ, A. & SAURA, S. A comparative framework to infer landscape effects on population genetic structure: are habitat suitability models effective in explaining gene flow? Landscape Ecology. 30 (2015); 1405–1420.

MATTEUCCI, S. & COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D.C.: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa regional de desarrollo Científico y Tecnológico, 1982. 166 p.

McRAE, B., DICKSON, B., KEITT, T., & SHAH, V. Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. Ecology. 89, 10 (2008); 2712–2724.

MENDIETA-LEIVA, G., & ZOTZ, G. A conceptual framework for the analysis of vascular epiphyte assemblages. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 17, 6 (2015); 510–521.

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

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE –Minambiente, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMRCA –CAR, INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT –

Instituto Humboldt. Iniciativa colombiana de polinizadores. Eds.: Moreno Villamil, R., Vélez Velandia, D., Gómez Hoyos, A. J., Higuera Díaz, D., Carvajal González, J., López Vargas, C. M., Melo, D. Bogotá, D. C.: Minambiente, CAR e Instituto Humboldt, 2018. 60p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE –Minambiente. Guía metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos. Bogotá: Minambiente, 2014.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE –Minambiente. Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales. Textos: Buitrago Aguirre, C., González Parra, J., Hernández Suarez, J. Bogotá, D.C.: Minambiente, 2018. 76 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE –Minambiente. La restauración como acción de compensación para proyectos licenciables Textos: Lozano Rodríguez, L., Vieira Muñoz, M., Ramírez Martínez, N. Bogotá, D.C.: Minambiente, 2018.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE –Minambiente. Manual de compensaciones ambientales del componente biótico. Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos; textos: M. Ramírez; J. Ruíz- ISBN obra completa versión digital: 978-958-8901-88-2. Bogotá: Minambiente, 2018.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE –Minambiente, Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible –FCDS, WWF Colombia –WWF. Lineamientos de Infraestructura Verde Vial para Colombia (LIVV). Bogotá: Minambiente, FCDS, WWF, 2020. 98 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL –MAVDT. Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación. Bogotá: MAVDT, 2010a.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL –MAVDT. Política nacional de producción y consumo sostenible. Bogotá D. C.: MAVDT, 2010.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL –MAVDT. Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas. Bogotá. D.C.: MAVDT, 2010b. 99 p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE & ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE REFORESTADORES. Proyecto aplicación y evaluación de criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales Pd 8/97 rev 2(f): guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales. Bogotá: Ministerio del Medio

Ambiente, Asociación colombiana de reforestadores, Organización Internacional de Maderas Tropicales, 2002. 142p.

MOJICA, J., USMA, J., ÁLVAREZ-LEÓN R. & LASSO, C. (Eds.). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales, 2012. 319 p.

MOLNAR, P. "Calibration". Watershed Modelling, SS 2011. Institute of Environmental Engineering, Chair of Hydrology and Water Resources Management, ETH Zürich. Switzerland, 2011.

MONTENEGRO, A., ÁLVAREZ, J., BASTIÁN-MONARCA, N., PEREIRA, T. Evaluación de impacto acústico por ruido sobre fauna nativa terrestre en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en Chile. Valdivia, Chile: Congreso Internacional de Acústica y Audio Profesional INGEACUS 2020, 2020. 6p.

MORALES-BETANCOURT, M., LASSO, C., PÁEZ, V. & BOCK, B. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt –IAvH, Universidad de Antioquia, 2015. 258 p.

MORALES-JIMÉNEZ A., SÁNCHEZ F., POVEDA, K., & CADENA, A. Mamíferos terrestres y voladores de Colombia. Guía de Campo. Bogotá: Alcom, 2004. 248 p.

MORENO, C. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis. Vol. 1. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 2001. 84 p.

MORLÁNS, M. Introducción a la ecología del paisaje. San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina: Universidad de Catamarca. 2005.

MUNDA, G. Multicriteria evaluation in a fuzzy environment. Theory and applications in ecological economics. Germany: Physica-Verlag Heidelgerg, 1995. 255 p.

MUNDA, G. Social Multi-Criteria Evaluation for a Sustainable Economy. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. 210 p.

MUÑOZ, A. Guía Metodológica. Estudios del Paisaje. Valencia: Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. 2012.

NAVARRETE-RAMÍREZ, S. Protocolo Indicador Variación línea de costa: perfiles de playa. Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 73. Santa Marta: Invemar, GEF y PNUD, 2014. 36 p.

NAVARRETE-RAMÍREZ, S. & RODRÍGUEZ-RINCÓN, A. 2014. Protocolo Indicador Condición Tendencia Bosques de Manglar (ICT_{BM}). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 67. Santa Marta: Invemar, GEF y PNUD, 2014. 40 p.

NEWMAN, C. Guidance for hydrogeologic groundwater flow modeling at mine sites. Carson City: Nevada Division of Environmental Protection, 2018. 28 p.

NIE, M. Drivers of natural resource-based political conflict. Policy Sciences. 360 (2003); 307-341.

OLMOS, A. Conflictos ambientales asociados al aprovisionamiento y regulación hídrica, generados por la expansión de cultivos de palma africana. Zona oriental colombiana. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2014, 163 p.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT –OCDE. Biodiversity offsets: Effective design and implementation. Paris: OECD publishing, 2016.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT –OCDE. Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. OECD publishing, 2008.

PHILLIPS, J., DUQUE, A., YEPES, A., CABRERA, K., GARCÍA, M., NAVARRETE, D., ÁLVAREZ, E., CÁRDENAS, D. Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos. Bogotá D. C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -Ideam, 2011. 68 p.

POFF, L., THARME, R., & ARTHINGTON, A. Evolution of Environmental Flows Assessment Science, Principles and Methodologies. En: A. Horne, A. Webb, M. Stewwardson, B. Richter, & M. Acreman (Eds.), Water for the Environment: From Policy and Science to Implementation and Management. Netherlands: Elsevier, 2017. p. 203-228.

PRADA, M., UNGER, B, GÓMEZ, J. Transformación de conflictos mediante el diálogo. Herramientas para practicantes. Bogotá D. C.: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit –GIZ GmbH, 2014. 159 p.

QUIROGA, R. Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. Serie Manuales 61. Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL, 2009. 129 p.

RAMÍREZ, A. & VIÑA, G. Limnología colombiana. Bogotá: BP Exploration Colombia y Universidad Jorge Tadeo Lozano, 1998. 293p.

RANGEL, J. & VELÁZQUEZ, A. Métodos de estudio de la vegetación. En: RANGEL, J., LOWY, P. & AGUILAR, M. (Eds.). Colombia. Diversidad Biótica II. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. (1997); p. 59-87.

RENJIFO, L., FRANCO-MAYA, A., AMAYA-ESPINEL, J., KATTAN, G. Y LÓPEZ-LANÚS, B. (Eds.). Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, 2002. 562 p.

RICHTER, B., BAUMGARTNER, J., POWELL, J., BRAUN, D. A Method for Assessing Hydrologic Alteration within Ecosystems. Conservation Biology. 10, 4 (1996); 1163 – 1174.

RINCÓN-RUIZ, A., ARIAS-ARÉVALO, P., CLAVIJO-ROMERO, M. (Eds). Hacia una valoración incluyente y plural de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: visiones, avances y retos en América Latina. Bogotá: Centro Editorial – Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia, 2021. 359 p.

RINCÓN-RUÍZ, A., ECHEVERRY-DUQUE, M., PIÑEROS, A. M., TAPIA, C. H., DAVID, A., ARIAS-ARÉVALO, P. Y ZULUAGA, P. A. Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt –IAvH, 2014. 151 p.

RODRÍGUEZ-M., J., ALBERICO, M., TRUJILLO, F. & JORGENSON, J. (Eds.). Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá: Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. 2006. 384 p.

RODRÍGUEZ, J., BEARD, T., BENNETT, E., CUMMING, G., CORK, S., AGARD, J., DOBSON, A., & PETERSON, G. Trade-offs across space, time, and ecosystem services. Ecology and Society: A Journal of Integrative Science for Resilience and Sustainability. 11, 1 (2006). https://doi.org/10.5751/es-01667-110128

RODRÍGUEZ-RINCÓN, A., NAVARRETE-RAMÍREZ, S., GÓMEZ-LÓPEZ, D. & NAVAS-CAMACHO, R. Protocolo Indicador Condición Tendencia Áreas Coralinas (ICT_{AC}). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Serie de publicaciones generales del Invemar No. 66. Santa Marta: Invemar, GEF y PNUD, 2014. 52 p.

ROWSE, E., LEWANZIK, D., STONE E., HARRIS S., JONES, G. Dark matters: the effects of artificial lighting on bats. En: VOIGT, C. & KINGSTON, T. (Eds.). Bats in the anthropocene: conservation of bats in a changing world. New York: Springer, 2016. p. 187–213.

RUEDA, G. Manual de métodos en limnología. Bogotá: Asociación colombiana de limnología – ACL. Limnos, 2002.

RUEDA-ALMONACID, J., AMÉZQUITA, A. & LYNCH, J. Libro rojo de los anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá: Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Minambiente, 2004.

SALDARRIAGA, A. La ranchería de los Wayuu en la Guajira. Credencial Historia. 351 (2019).

SAURA, S., VOGT, P., VELÁZQUEZ, J., HERNANDO, A., & TEJERA, R. Key structural forest connectors can be identified by combining landscape spatial pattern and network analyses. Forest Ecology and Management. 262 (2011); 150–160.

SAYRE, R., ROCA, E., SEDAGHATKISH, G., YOUNG, B., KEEL, S., ROCA, R. & SHEPPARD, S. Un Enfoque en la Naturaleza. Evaluaciones Ecológicas Rápidas. Arlington: The Nature Conservancy, 2002. 195 p.

SCHNEIDER-MAUNOURY, L., LEFEBVRE, V., EWERS, R., MEDINA-RANGEL, G., PERES, C., SOMARRIBA, E., URBINA-CARDONA, N., PFEIFER, M. Abundance signals of amphibians and reptiles indicate strong edge effects in Neotropical fragmented forest landscapes. Biological Conservation. 200 (2016); p. 207-215.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL -SEA. Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido Sobre Fauna Nativa. Santiago: SEA, 2022. 15 p.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL -SEA. Guía para la evaluación de impacto ambiental del valor paisajístico en el SEIA. Chile: SEA, 2019. 110 p.

SHMELEV, S. Ecological Economics: Sustainability in practice. Netherlands: Springer, 2012. 248 p.

SOLARI, F. & CAZORLA, L. Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje. Revista cuadernos del centro de estudios en diseño y comunicación. 30 (2009). p. 213-225.

STRATFORD, J. & STOUFFER, P. Forest fragmentation alters microhabitat availability for neotropical terrestrial insectivorous birds. Biological Conservation. 188 (2015); p. 109–115.

STRUCKMEIER, W. & MARGAT, J. Hydrogeological maps - a guide and a standard legend. International Association of Hydrogeology (IAH) International Contributions to Hydrogeology, volume 17. Hannover: Verlag Heinz Heise, 1995. 177 p.

TER STEEGE, H. & CORNELISSEN, J. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. Biotropica. 21 (1989); p. 331-339.

THOMANN, R. & MUELLER, J. Principles of surface water quality modelling and control. New York: Harper and Row, 1987.

UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA –UPRA. Lineamientos para el ordenamiento territorial agropecuario. Anexo 1. Contenidos del componente rural de los POT: elementos para su comprensión – insumos para su formulación. Bogotá (Colombia): UPRA, 2016. 47 p.

UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES -UNGRD. Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes. Bogotá D. C.: UNGRD y Presidencia de la República, 2017. 45 p.

UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES COLOMBIA – UNGRD. Marco de política de reasentamiento. Plan todos somos Pazcifico, Tumaco y Guapi. UNGRD, 2015.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE –USDA. Landscape aesthetics: A handbook for scenery management. Agricultural Handbook 701. Washington: USDA, Forest Service, 1995.

URBINA-CARDONA, N., OLIVARES-PÉREZ, M. & REYNOSO, V. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across the pasture-edge-interior gradient in tropical rainforest fragments in the region of Los Tuxtlas, Veracruz. Biological Conservation. 132 (2006); p. 61-75.

VELÁSQUEZ, F., GONZÁLEZ, E., MARTÍNEZ, M., PEÑA, J., ARÉVALO, J., VARGAS, J. ¿Qué ha pasado con la participación ciudadana en Colombia? 2003- 2018. Tomo 1. El entorno de la participación. Bogotá D. C.: Fundación Foro Nacional por Colombia, 2020. 448 p.

VETTER, D., RÜCKER, G., & STORCH, I. Meta-analysis: A need for well-defined usage in ecology and conservation biology. Ecosphere. 4, 6 (2013). 74.

VILLARREAL H., ÁLVAREZ, M., CÓRDOBA, S., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F., MENDOZA, H., OSPINA, M., & UMAÑA, A. Segunda edición. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad.

Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2006. 236 p.

WOLF, J. Epiphyte communities of tropical montane rain forest in the northern Andes II. Uper montane communities. Phytocoenologia. 22 (1993); 53-103.

YOTSUKURA, N., & COBB, E. Transverse diffusion of solutes in natural streams. Geological Survey Professional Paper 582-C. Washington: United States Government Printing Office, 1972. 19 p.

ZAPATA, L. & USMA J. (Eds.). Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Peces. Vol. 2. Bogotá, D.C. Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WWF-Colombia, 2013. 486 p.

ZURBRIGGEN, C. Gobernanza: una mirada desde América Latina. Perfiles Latinoamericanos. 38 (2011); p. 39-64.

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO

A continuación, se listan los documentos que Guitouni & Martel (1998) citan como referencias y en los cuales es posible encontrar información detallada sobre los procedimientos de agregación de preferencias de los métodos de EMC señalados en la Tabla 14 (ver columna 15):

1. BAAS, S., KWAKERNAAK, H. Rating and ranking of multiple aspect alternative using fuzzy sets. Automatica 13 (1977); p 47–58.
2. BELLMAN, R. & ZADEH, L. Decision making in a fuzzy environment. Management Sci. 17B, 4 (1970): p 141–164.
3. BRANS, J., VINCKE, P. A preference ranking organisation method (the PROMETHEE method for multiple criteria decision-making). Management Sci. 31, 6 (1985); p 647–656.
4. BRANS, J., MARESCHAL, B., VINCKE, P. PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis. En: BRANS, J. (Ed.). Operational Research'84. Amsterdam: Elsevier, 1984, p. 408–421.
5. BUNN, D. Applied Decision Analysis. New York: McGraw Hill, 1984.
6. CHEN, S., HWANG, C. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Berlin: Springer, 1992.
7. CHURCHMAN, C., ACKOFF, R. An approximate measure of value. J. Oper. Res. Soc. Am. 2 (1954); p 172–187.
8. DUBOIS, D., PRADE, H. The use of fuzzy numbers in decision analysis. En: GUPTA, M. SANCHEZ, E. (Eds.). Fuzzy Information and Decision Processes. Amsterdam: North-Holland, 1982, p 309–321.
9. DUBOIS, D., PRADE, H., TESTEMALE, C. Weighted fuzzy pattern matching. Fuzzy Sets and Systems. 28, 3 (1988); p 313–331.
10. EDWARDS, W. Social utilities. Eng. Economist Summer Symp. Ser. 6 (1971); p 116–129.
11. EDWARDS, W. How to use multiattribute utility measurement for social decision making. IEEE Trans. Systems Man Cybernet. SMC 7, 5 (1977); p 326–340.
12. HINLOOPEN, E. NIJKAMP, P. Information systems in an uncertain planning environment: Some methods. Working Paper 82–117, International Institute for Applied System Analysis, 1982.
13. HWANG, C., YOUN, K. Multiple Attribute Decision Making. Methods and Application: A State of the Art Survey. New York: Springer, 1981.
14. JACQUET-LAGRÈZE, E., SISKOS, J. Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making, Euro pean J. Oper. Res. 10, 2 (1982); p 151–164.
15. KEENEY, R., RAIFA, H. Decision with Multiple Objectives. Preferences and Value Trade-Offs. New York: Wiley, 1976.
16. KRANTZ, D., LUCE, R., SUPPES, P. TVERSKY, A. Foundations of Measurement. New York: Academic Press, 1971.

17. KWAKERNAAK, H. An algorithm for rating multiple-aspect alternatives using fuzzy sets. Automatica 15 (1979); p 615– 616.
18. LECLERC, J. Propositions d'extension de la notion de dominance en présence de relations d'ordre sur les pseudo- critères: MELCHIOR. Math. Social Sci. 8 (1984); p 45–61.
19. MacCRIMON, K. Decision making among multiple attribute alternatives: A survey and consolidated approach. Rand Memorandum, RM-4823-ARPA, 1968.
20. MARTEL, J., ZARAS, K. Dominance stochastique en analyse multicritère face au risque. Cahier du LAMSADE, No. 100, Université de Paris-Dauphine, 1990.
21. MARTEL, J., ZARAS, K. Stochastic dominance in multi- criterion analysis under risk. Theory and Decision 35, 1 (1995); p 31–49.
22. MUNDA, G. Multicriteria Evolution in a Fuzzy Environment. Berlin: Springer, 1995.
23. OLSON, D. Decision aids for selection problems. Berlin: Springer, 1996.
24. PAELINCK, J. Qualiflex, a flexible multiple criteria method. Economic Lett. 3 (1978); p 193–197.
25. ROUBENS, M. Analyse et agrégation des préférences: Modélisation, adjustement et résumé de données relationnelles Rev. Belge de Statist d'Informat. Rech. Opér. 20, 2 (1980); p 36–67.
26. ROY, B. Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE). RIRO 8 (1968); p 57–75.
27. ROY, B. ELECTRE III: Un algorithme de classement fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critéres multiples. Cahiers Centre d'Études Rech. Opér. 20, 1 (1978); p 3–24.
28. ROY, B. BERTIER, P. La méthode ELECTRE II – Une application au média-planning. SEMA (Metra International). Note de Travail, 142, 1971.
29. ROY, B. BOUYSSOU, D. Aide Multicritére à la Décision: Méthodes et Cas. Paris: Economica, 1993.
30. ROY, B. HUGONNARD, J. Ranking of suburban line extension projects on the Paris metro system by a multicriteria method. Transport. Res. 16A, 4 (1982); p 301–312.
31. SAATY, T. A scaling method for priorities in hierarchical structures. J. Math. Psychol. 15, 3 (1977); p 234–281.
32. SAATY, T. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw- Hill, 1980.
33. VINCKE, P. L'aide Multicritére à la Décision. Éditions del Université de Bruxelles, 1989.
34. VOOGD, H. Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning. London: Pion, 1983.
35. YAGER, R. Fuzzy decision-making including unequal objectives. Fuzzy Sets and Systems. 1, 2 (1978); p 87–95.
36. HUTTON, F., BARRETT, B. Decision Quality Using Ranked and Partially ranked Attribute Weights. Management Science. 42., 11 (1996). Citado en OLSON, D. Decision aids for selection problems. Berlin: Springer, 1996.
37. EDWARDS, W., HUTTON F. SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility. Organizational behavior and human decision processes. 60 (1994); p 306-325.

BIBLIOGRAFÍA GLOSARIO

[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] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1931 “Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático”. Bogotá: Congreso de la República. 2018.

[3] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN -DNP. ABC: Adaptación bases conceptuales. Marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC). DNP, Minambiente, Ideam, SNGRD, UNGRD, s. f.

[4] Adaptado de: REID, H., HUQ, S. AND MURRAY, L. Community Champions: Adapting to Climate Challenges. London: International Institute for Environment and Development. 2010.

[5] LHUMEAU, A. & CORDERO, D. Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. Quito, Ecuador: UICN, 2012.

[6] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 “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.

[7] CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY –CCPS. Guidelines for chemical process quantitative risk analysis. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2000.

[8] Adaptado de: AMERICAN PRETROLEUM INSTITUTE –API. Managing system integrity for hazardous liquid pipelines. API recommended practice 1160*. Washington: API, 2013.*

[9] Adaptado de: MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Manual de compensaciones del componente biótico. Bogotá: Minambiente, 2018.

[10] Adaptado de: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN –ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001 (versión 2015). Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Bogotá: ICONTEC, 2015.

[11] INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI –IGAC, Subdirección de Catastro. Catálogo de objetos geográficos de catastro, versión 2.2. Bogotá: ICDE, 2018.

[12] NACIONES UNIDAS –NU. Convenio sobre la diversidad biológica. Río de Janeiro: UN, 1992.

[13] DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA –DANE. Manual de conceptos. Censo nacional de población y vivienda 2018 – Colombia. DANE, 2018.

[14] Adaptado de: SILVA, R., MARTÍNEZ, M.L., MORENO-CASASOLA, P., MENDOZA, E., LÓPEZ-PORTILLO, J., LITHGOW, D., VÁZQUEZ, G., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, R.E., MONROY-IBARRA, R., CÁCERES-PUIG, J.I., RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, A., BOY TAMBORELL, M. Aspectos generales de la zona costera. Veracruz: UNAM, INECOL, 2017.

[15] INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – Ideam. Glosario meteorológico. Bogotá D.C.: Ideam. Subdirección de meteorología, 2019. 311 p.

[16] Adaptado de:

- ANDER-EGG, E. Metodología y práctica del desarrollo de la comunidad 1. Buenos Aires - México: Grupo editorial Lumen. Hvmanitas, 2003.

- CAUSSE, M. El concepto de comunidad desde el punto de vista socio - histórico-cultural y lingüístico. Ciencia en su PC. 3 (2009); 12–21.

[17] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Resolución 2035 “Por medio de la cual se implementan los centros regionales de diálogo ambiental y se dictan otras disposiciones". Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018.

[18] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 99 “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.

[19] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA –FAO. Fisheries Topics: Ecosystems. Ecosistemas acuáticos continentales. Topics Fact Sheets. Texto de Peter Manning. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma: FAO, 2001-2020. Actualizado 28 December 2015. [Citado 27 August 2020]. http://www.fao.org/fishery/en.

[20] Adaptado de: KALFF, S. A. A proposed framework to assess cumulative environmental effects in Canadian National Parks. In: Parks Canada technical reports in ecosystem science: Vol. #1. 1995.

[21] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Anexo B: Glosario de términos. Cambio climático 2001: informe de síntesis. Watson, R. (ed.). IPCC, 2001, 27 p.

[22] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL -MAVDT. Resolución 0627 “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”. Bogotá: MAVDT, 2006.

[23] COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO –MVCT. Decreto 1077 “Por el medio el cual se expide el Decreto único reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio”. Bogotá: MCVT, 2015.

[24] Adaptado de:

- De GROOT, R. Functions of Nature: Evaluation of nature in environmental planning, de management and decision making. Groningen: Wolters Noordhoff, 1992.

- DAILY, G. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Washington: Island Press, 1997.

- SCHOWALTER, T. Insect Ecology. An ecosystem approach (Fourth Edition). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sidney, Tokyo: Academic Press, 2016.

[25] Adaptado de: BOTEQUILHA, A. Measuring Landscapes: a planner's handbook. Washington: Island Press, 2006.

[26] BURKHARD, B. & MAES, J. (Eds.). Mapping Ecosystem Services. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. 374 p.

[27] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 357, por “Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971)”. Bogotá: Congreso de la República, 1997.

[28] Adaptado de:

- CONESA, V. Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Cuarta edición revisada y ampliada. Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa, 2010.

- WALKER, L. & JOHNSTON, J. Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions. Environment, Nuclear Safety & Civil Protection. HHH: The European Commission, 1999.

[29] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 ºC con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. IPCC, 2018, 94 p.

[30] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 4611. Información geográfica. Metadatos. Bogotá: ICONTEC, 2000.

[31] COLOMBIA. EL PUEBLO DE COLOMBIA. Constitución Política de Colombia. Bogotá: El pueblo de Colombia, 1991.

[32] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN – ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 31000. Gestión del riesgo. Principios y directrices. Bogotá: ICONTEC, 2016.

[33] Adaptado de:

- ETTER, A. Introducción a la ecología del paisaje: un marco de integración para los levantamientos rurales. Bogotá: IGAC, 1990.

- MORLÁNS, M. Introducción a la Ecología del Paisaje. Catamarca: Editorial Científica Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca, 2005.

[34] Adaptado de: POSUDIN, Y. Methods of measuring environmental parameters. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2014.

[35] COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1384 “Por el cual se reglamenta el capítulo IV y las demás disposiciones ambientales contenidas en la Ley 70 de 1993, en lo relacionado con los recursos naturales renovables y del ambiente, en los territorios colectivos adjudicados, en trámite u ocupados ancestral y/o tradicionalmente por las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, y se adiciona al Título 12 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 - Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible y se dictan otras disposiciones". Bogotá: presidencia, 2023.

[36] REBOLLO REVESADO, S. Provención, prevención y solución del conflicto humano desde las prácticas restaurativas. En: Revista de Ciencias y Orientación Familiar. 60 (2022); 89 - 103. ISSN: 1130-8893 95.

[37] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 13 “Por la cual se dicta el estatuto general de pesca”. Bogotá: Congreso de la República, 1990.

[38] COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL – Minagricultura. Decreto 1071 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural". Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015.

[39] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Resolución 472 “Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones". Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017.

[40] Adaptado de SANDIA, L. & 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.

[41] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s. f.

[42] Adaptado de:

- CORTÉS-DUQUE, J. Y SARMIENTO, C. (Eds.). Visión socioecosistémica de los páramos y alta montaña colombiana: Memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos. Bogotá D.C., Colombia: Instituto Alexander Von Humboldt, 2013.

- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE –Minambiente. Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s. f.

[43] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE –Minambiente. Política para la Gestión Sostenible del Suelo. Bogotá: Minambiente, 2016.

[44] DEFENSORIA DEL PUEBLO -Defensoría. Sujetos de especial protección constitucional. Cartilla pedagógica # 1. Bogotá: Defensoría, 2023.

[45] MARTINEZ, D., SÁNCHEZ, J., ZURC, D., SÁNCHEZ, F., OTÁLORA-ARDILA, A., RESTREPO-GIRALDO, C., ACEVEDO-CHARRY, O., HERNÁNDEZ, F., & LIZCANO, D. J. Estándares para registrar señales de ecolocalización y construir bibliotecas de referencia de murciélagos en Colombia. Biota colombiana, 22; 1 (2021). https://doi.org/10.21068/c2021.v22n01a03

[46] Adaptado de: CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO. Agenda 21, 1992. Disponible en http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter34.htm

[47] Adaptado de: DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA –DANE. Manual de conceptos. Censo nacional de población y vivienda 2018 – Colombia. DANE, 2018.

[48] Adaptado de: MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – Minambiente. Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico. Bogotá: Minambiente, 2014.

[49] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1120 “Por el cual se reglamentan las Unidades Ambiental Costeras (UAC) y las comisiones conjuntas, se establecen las reglas de procedimiento y criterios para reglamentar la restricción de ciertas actividades en pastos marinos, y se dictan otras disposiciones”. Bogotá: Minambiente, 2013.

[50] Adaptado de: COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES. Resolución 545 “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”. Bogotá: Instituto Nacional de Concesiones, 2008.

[51] UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES -UNGRD. Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes. Bogotá D. C.: UNGRD y Presidencia de la República, 2017. 45 p.

[52] 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.

[53] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 160 “Por la cual se crea el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino, se establece un subsidio para la adquisición de tierras, se reforma el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria y se dictan otras disposiciones”. Bogotá: Congreso de la República, 1994. Modificada por el Decreto Ley 2363 “Por el cual se crea la Agencia Nacional de Tierras, ANT, se fija su objeto y estructura”. Bogotá: Ministerio de hacienda y crédito público, Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Departamento administrativo de la función pública, 2015.