



Sensibilidad Ambiental

*para proyectos, obras y
actividades de competencia de la
Autoridad Nacional de Licencias
Ambientales - ANLA*

DICIEMBRE
2024

V5



Rodrigo Elías Negrete Montes
Director General

Luis Enrique Orduz Valencia
**Subdirector Instrumentos Permisos
y Trámites Ambientales**

Camilo Andres Bernal Forero
**Coordinador Grupo de
Regionalización
y Centro de Monitoreo**

Oscar Varila
Líder de Análisis Regional

Jorge Alberto Sanabria
Líder de Centro de Monitoreo

Jairo Alberto Ruiz Lopez
Líder de Implementación Regional

Gloria Moscote Ordoñez
**Líder Temática Componente Hídrico
Superficial**

Zulma Lizeth Valenzuela
Wilfredo Marimon Bolivar
Nelson Felipe Moreno
Juliana Andrea Álzate
Yuli Carolina Velandia
Luisa Nathalie Hernández
**Profesionales Componente Hídrico
Superficial**

Yady Melissa Triana
**Líder Temática Componente Hídrico
Subterráneo**

Juan Sebastián Ramírez
Sonia Marcela Pacheco
Angela Patricia Poveda
**Profesionales Componente Hídrico
Subterráneo**

Juan Pablo Ayala Robayo
**Líder Temático Componente
Atmosférico**

Alexander Berbeo López
Karen Ballesteros González
Jaime Andrés Fajardo
**Profesionales Componente
Atmosférico**

Leonardo Andrés Malagón
Líder Temático Medio Biótico

Héctor Felipe Ramírez
Alejandra Neira
Juliana Andrea Torres
Profesionales Medio Biótico

Angelica María Becerra
Líder Temático Cambio Climático

Martha Montenegro Carrillo
Profesionales Cambio Climático

Yeimi Lorena Amazo Ramírez
**Profesional del Medio
Socioeconómico**

Citar la obra: ANLA. 2024. Sensibilidad Ambiental para proyectos obras y actividades de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA 2024. Bogotá. 111 p.

ACTUALIZACIÓN DEL EJERCICIO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

VERSIÓN	AÑO	CAMBIOS EFECTUADOS
1	2020	Desarrolló del ejercicio de sensibilidad ambiental, que involucra los siguientes componentes y/o medios criterios: ✓ Hídrico Superficial ✓ Hídrico Subterráneo ✓ Atmósfera ✓ Biótico ✓ Social
2	2021	Se actualiza las sensibilidades de los componentes y/o medios criterios: Hídrico Superficial, Hídrico Subterráneo, Atmósfera, Biótico y Social Se incorporan nuevos componentes ambientales: licenciamiento ambiental, geotecnia, marino costero y cambio climático
3	2022	Se actualizan las sensibilidades de los componentes Hídrico Superficial, Hídrico Subterráneo, Atmósfera, Biótico, Social, licenciamiento ambiental, Geotecnia, Marino- Costero y Cambio Climático, de acuerdo con los criterios escogidos para cada uno.
4	2023	En la presente vigencia se actualizan las sensibilidades de los medios biótico, abiótico, Social, licenciamiento ambiental, Marino- Costero y Cambio Climático, teniendo en cuenta los criterios definidos por cada uno de ellos. Estas consisten en la inclusión, actualización y/o reemplazo de los criterios empleados dentro de los diferentes componentes de la sensibilidad ambiental. Así como también ajustes en las ponderaciones para el cálculo de la sensibilidad ambiental total.
5	2024	En la presente vigencia se actualizan las sensibilidades de los medios biótico, abiótico, social, licenciamiento ambiental y cambio climático, con base en los criterios definidos por cada uno de ellos. Estas consisten en la inclusión, actualización y/o reemplazo de los criterios empleados dentro de los diferentes componentes de la sensibilidad ambiental. Además, se llevaron a cabo ajustes en las ponderaciones para el cálculo de la sensibilidad ambiental total.



Tabla de contenido

I. SENSIBILIDAD DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL	8
A. CRITERIO DE DEFINICIÓN	8
B. RESULTADOS PONDERACIÓN SENSIBILIDAD DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL	11
II. SENSIBILIDAD COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL	12
A. CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL	12
B. CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL	16
C. CAPA DE SENSIBILIDAD HÍDRICO SUPERFICIAL	21
III. SENSIBILIDAD COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO	24
A. RIESGO A LA ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO	24
B. RIESGO A LA ALTERACIÓN POTENCIAL A LA OFERTA DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO	29
C. CAPA DE SENSIBILIDAD HÍDRICA SUBTERRÁNEA	32
IV. SENSIBILIDAD COMPONENTE ATMOSFÉRICO	35
V. SENSIBILIDAD COMPONENTE GEOTÉCNICO	42
VI. SENSIBILIDAD MEDIO BIÓTICO	46
VII. SENSIBILIDAD MEDIO SOCIOECONÓMICO	63
VIII. SENSIBILIDAD ZONAS MARINO – COSTERAS	73
A. MEDIO BIÓTICO	73
B. MEDIO ABIÓTICO	78
IX. SENSIBILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	84
X. PONDERACIÓN SENSIBILIDAD AMBIENTAL TOTAL	93
A. CONTINENTAL	93
B. MARINO COSTERO	95
C. TOTAL	96
XI. PROYECCIÓN ACTUALIZACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL PARA EL AÑO 2025	98
A. SENSIBILIDAD LICENCIAMIENTO AMBIENTAL	98
B. SENSIBILIDAD HÍDRICO SUPERFICIAL	98
C. SENSIBILIDAD HÍDRICO SUBTERRÁNEO	98
D. SENSIBILIDAD ATMOSFÉRICA	98
E. SENSIBILIDAD GEOTECNICA	99



F.	SENSIBILIDAD MEDIO BIÓTICO.....	99
G.	SENSIBILIDAD MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	99
H.	SENSIBILIDAD MARINO COSTERA.....	99
I.	SENSIBILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO	100
XII.	CONCLUSIONES.....	100
XIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
XIV.	ANEXO 1. MEMORIA DETALLADA CRITERIO “DINÁMICA DE TRANSFORMACIÓN DE BOSQUES”	105
A.	OBJETIVO	105
B.	METODOLOGÍA	105
C.	INSUMOS.....	106
D.	PROCESAMIENTO DIGITAL	106
E.	RESULTADOS	108
F.	LIMITANTES Y PREMISAS	110



Desde el año 2020, la Entidad, como parte de la estrategia de fortalecimiento de la evaluación temprana del territorio, desarrolló la Sensibilidad Ambiental Regional, que busca generar alertas sobre aspectos de vulnerabilidad ambiental para su consideración durante la evaluación y seguimiento de proyectos bajo la competencia de ANLA.

Este ejercicio identifica, con base en información secundaria disponible oficial a escala 1:100.000, criterios de los componentes hídrico superficial, hídrico subterráneo, atmosférico, biótico, socioeconómico y, adicionalmente, desde el 2021, criterios de los componentes geotécnicos, de cambio climático y marino costero; que deben ser analizados de manera detallada dentro de las evaluaciones y seguimientos realizados por la Entidad, orientando a los aspectos de mayor demanda en un contexto regional, permitiendo fortalecer la capacidad técnica y gestión institucional en la evaluación de proyectos, obras o actividades de competencia de la ANLA.

De esta manera, el ejercicio de sensibilidad ambiental resulta de la ponderación entre la confluencia de los proyectos objeto de licenciamiento por esta Autoridad, y las condiciones de vulnerabilidad, amenaza y riesgo de los recursos frente a procesos de licenciamiento ambiental, el cual se actualiza anualmente en virtud del avance de los proyectos objeto de evaluación y seguimiento y la generación de instrumentos de ordenamiento y línea base regional por autoridades ambientales regionales e institutos de investigación.

En tal sentido, este documento incluye la descripción general de los criterios utilizados en la actualización del análisis de sensibilidad ambiental para el año 2024, realizada por el grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y que constituye un ejercicio para la priorización de áreas de seguimiento y para la generación de alertas que permitan establecer como una necesidad de la Subdirección de Evaluación de Licencias Ambientales-SELA la incorporación dentro del proceso de evaluación de nuevos proyectos, un análisis regional detallado de acuerdo con la criticidad del contexto ambiental en el que se encuentran. Por otro lado, aporta en el reconocimiento de las variaciones del territorio para actualizar las medidas de seguimiento y priorizar proyectos por parte de la Subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales – SSLA, de manera que el ejercicio tiene un impacto importante en las diferentes subdirecciones de la Entidad.

Es importante mencionar que, aun cuando el análisis de sensibilidad ambiental fue realizado para todo el territorio nacional, los factores a partir de los cuales se determinó la criticidad están directamente relacionados con el comportamiento regional del medio y los componentes seleccionados dentro del mismo y para los cuales se identifica una potencial afectación dentro del proceso de licenciamiento ambiental. Por lo anterior, este ejercicio mantuvo la misma categorización de sensibilidad planteada los años anteriores, incluyendo los rangos de categorización definidos en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Categorización de sensibilidad.

Rangos de sensibilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
------------------------	----------	------	-------	------	----------

Fuente: ANLA, 2024.

En la **Figura 1** se presenta, de manera general, el esquema metodológico desarrollado para el ejercicio de sensibilidad ambiental, el cual inicia con la consecución de información secundaria oficial útil para el diagnóstico del estado de los recursos a nivel nacional, así como el listado de proyectos objeto de seguimiento con corte periódico; a partir de esta información se realiza la asignación de las criticidades a los componentes analizados generando las sensibilidades intermedias; las cuales finalmente se ponderan resultando en una única sensibilidad total.



Figura 1. Esquema metodológico desarrollado para el ejercicio de sensibilidad ambiental.



Fuente: ANLA, 2024

A continuación, y con el fin de brindar un marco conceptual que facilite la interpretación de las distintas capas espaciales que integran el ejercicio de sensibilidad ambiental regional, se presentan las definiciones de los términos vulnerabilidad, amenaza y riesgo, extraídas de la Ley 1523 de 2012, por cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres:

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”.

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”.



Riesgo:

“Corresponde a los **daños o pérdidas potenciales** que pueden 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 son determinados por la **vulnerabilidad de los elementos expuestos**; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la **combinación de la amenaza y la vulnerabilidad**”.

En línea con lo anterior, es de relevancia puntualizar que cada una de las capas que se ilustran en este documento representa, de forma específica, y a nivel espacial, uno de los conceptos antes expuestos. Así pues, al inicio de la descripción y explicación de cada capa se indica si la información espacial que representa se debe interpretar como una amenaza, una vulnerabilidad o un riesgo, siempre desde una perspectiva netamente ambiental.

Seguidamente, se describen los criterios de análisis tomados en cuenta para cada uno de los componentes incluidos en el ejercicio de sensibilidad ambiental.

I. SENSIBILIDAD DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL

A. CRITERIO DE DEFINICIÓN

Para la actualización 2024 del ejercicio de sensibilidad ambiental en el marco del licenciamiento ambiental se contempla la cartografía de áreas y líneas de proyectos licenciados disponibles en el geovisor de la entidad ANLA- AGIL a corte del 20 de marzo de 2024; los cuales se utilizaron como información base para el cálculo del siguiente criterio:

Criterio 1. Categorización criticidad a los subsectores licenciados								
Tipo: Amenaza, en tanto indica la potencial incidencia de actividades antrópicas, en este caso representadas en proyectos licenciados, sobre los recursos naturales								
Estado de actualización: 2024								
Temporalidad de actualización proyectada: Anual								
Definición del criterio	La asignación de criticidad de los subsectores licenciados consiste en que cada componente valora en categorías entre Muy baja y Muy Alta, su vulnerabilidad frente al licenciamiento del subsector específico, a partir del cual se genera un promedio de los componentes valorados detallado en la siguiente tabla como “Calificación promedio” (ver Tabla 2). Se aclara que estas calificaciones no son objeto de actualización para esta vigencia.							
	Tabla 2. Categorías de criticidad asignadas por componente por subsector							
	Sector	Subsector	Hídrico Superficial	Hídrico Subterráneo	Geotecnia	Atmosfera	Biótico	Calificación promedio
	Agroquímicos	Control Tratados internacionales	0	0	0	0	0	0
	Agroquímicos	Plaguicidas	4	2	0	1	3	2
	Agroquímicos	Plaguicidas uso Agrícola	4	2	0	1	3	2
	Agroquímicos	Plantas	3	3	0	3	3	2
	Hidrocarburos	Exploración Marina	2	2	1	2	4	2
	Hidrocarburos	Terminal	2	2	3	2	2	2
	Energía	Líneas de Transmisión	2	2	3	2	4	3
Energía	Antenas	2	2		2		3	
Energía	Subestaciones	2	2	3	2	4	3	
Energía	Energía Alternativa - Eólicos	4	2	3	2	4	3	

Energía	Energía Alternativa - Proyectos Solares	4	2	3	2	5	3
Hidrocarburos	Almacenamiento	2	4	2	3	2	3
Hidrocarburos	Sísmica	3	4	3	1	2	3
Hidrocarburos	Transporte y Conducción	2	2	3	3	3	3
Hidrocarburos	Exploración	4	3	3	2	3	3
Hidrocarburos	Refinerías	4	3	3	4	2	3
Hidrocarburos	Exploración / Explotación	4	4	3	3	3	3
Hidrocarburos	Explotación	4	4	3	3	3	3
Infraestructura	Aeropuertos	3	2	3	4	1	3
Infraestructura	Estabilización de Playas	2	2	4	2	3	3
Infraestructura	Distritos de Riego	5	4	2	2	2	3
Infraestructura	Obras Marítimas	4	2	3	2	4	3
Infraestructura	Construcción planta de tratamiento aguas residual	4	3	3	4	2	3
Infraestructura	Parques Nacionales	4	2	4	2	4	3
Infraestructura	Puertos	4	2	3	4	3	3
Infraestructura	Puentes	4	2	5	4	2	3
Energía	Transvase	5	3	3	3	5	4
Energía	Hidroeléctricas	5	3	5	3	5	4
Energía	Termoeléctricas	5	3	4	5	4	4
Energía	Embalses	5	4	5	3	5	4
Infraestructura	Construcción	3	2	5	3	5	4
Infraestructura	Dragados	5	2	4	2	5	4
Infraestructura	Carreteras	3	2	5	4	5	4
Infraestructura	Vías Férreas	4	2	4	4	5	4
Infraestructura	Proyectos CARS	5	5	3	5	2	4
Infraestructura	Segundas Calzadas	4	2	5	4	5	4
Infraestructura	Túneles	4	5	5	4	2	4
Minería	Carbón	5	5	5	5	5	5
Minería	Materiales de construcción y arcillas o minerales industriales no metálicos	5	5	5	5	5	5
Minería	Minerales metálicos y piedras preciosas y semipreciosas	5	5	5	5	5	5

Fuente: ANLA, 2024

Una vez categorizados los componentes ambientales analizados por subsector, el promedio de los componentes se asigna el valor de “calificación promedio” al polígono georreferenciado de los proyectos licenciados como se muestra en la

Figura 2.

Figura 2. Resultado de sensibilidad de subsectores licenciados.



Fuente: ANLA, 2024

Posteriormente, y teniendo en cuenta el porcentaje en área de proyectos por subzona hidrográfica junto con la criticidad definida para estos, se obtiene el resultado final de sensibilidad al licenciamiento ambiental en el territorio a partir de la siguiente ecuación:

$$SL = \sum (CritProy(n) * \%AreaProySZH)$$

Siendo,

SL= Sensibilidad del licenciamiento ambiental

CritProy= Categoría de criticidad del proyecto

%AreaProySZH= Porcentaje de ocupación del proyecto en la Subzona Hidrográfica intersecada.

En la **Figura 3** se presentan los resultados obtenidos para el ejercicio de sensibilidad en relación con el licenciamiento ambiental:

11



II. SENSIBILIDAD COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL

Para la evaluación de la sensibilidad del componente hídrico superficial se tuvo en cuenta información relacionada con la calidad y con la cantidad del recurso. Se tomó como base la actualización del Estudio Nacional del Agua – ENA, elaborado por el IDEAM en el 2022 y publicado en el 2023, donde, a nivel de subzonas hidrográficas (SZH), se compila la información relacionada con el recurso hídrico superficial y se presentan índices hidrológicos; particularmente para el ejercicio de sensibilidad, se tuvieron en cuenta la oferta hídrica disponible, el índice de regulación hídrica - IRH y el índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento - IVH para el componente de la cantidad del recurso, y el índice de alteración potencial de la calidad del agua - IACAL para el componente de calidad del recurso.

Los anteriores índices fueron combinados con información disponible del Sistema de Información del Recurso Hídrico – SIRH, específicamente en cuanto a las demandas hídricas por concesiones y los caudales de descarga de vertimientos autorizados por la ANLA y por las Autoridades Ambientales Regionales y, de esta manera, se generaron los niveles de sensibilidad para calidad y para cantidad como se describe a continuación.

A. CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL

Teniendo en cuenta que los proyectos para seguimiento y evaluación de ANLA cuentan o requieren permisos de captación de aguas superficiales, en la actualización de la capa de sensibilidad del componente hídrico superficial se establecieron niveles de acuerdo con el resultado del índice de vulnerabilidad hídrica al **desabastecimiento** – IVH, el cual relaciona el índice del uso del agua - IUA con el índice de regulación hídrica – IRH. A continuación, se describen estos índices de acuerdo con lo presentado en el ENA 2022.

El índice del uso del agua IUA relaciona la demanda hídrica multisectorial en un periodo de tiempo y la oferta hídrica superficial disponible para ese mismo periodo. Este indicador refleja la capacidad que tienen las subzonas hidrográficas para sostener los volúmenes de agua extraídos generados por las actividades antrópicas que se desarrollan en una subzona hidrográfica, entendiendo por demanda hídrica el volumen extraído, sin importar si este volumen retorna total o parcialmente; la oferta hídrica disponible (OHD) corresponde a un estimado del volumen de agua que podría usarse con fines antrópicos sin afectar el funcionamiento de los ecosistemas, los sistemas fluviales y los usuarios aguas debajo de las fuentes hídricas estudiadas. En la siguiente tabla, se presentan los rangos de evaluación del IUA que, bajo una convención de colores y rangos de valor, representan la situación estimada para el indicador:

Tabla 3. Rangos y categorías Índice del Uso del Agua - IUA.

Rango (Dh/Oh)*100 IUA	Categoría IUA	Significado
> 100	Crítico	La presión supera las condiciones de la oferta
50,01 - 100	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.
20,01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
10,01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
1,0 - 20	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.

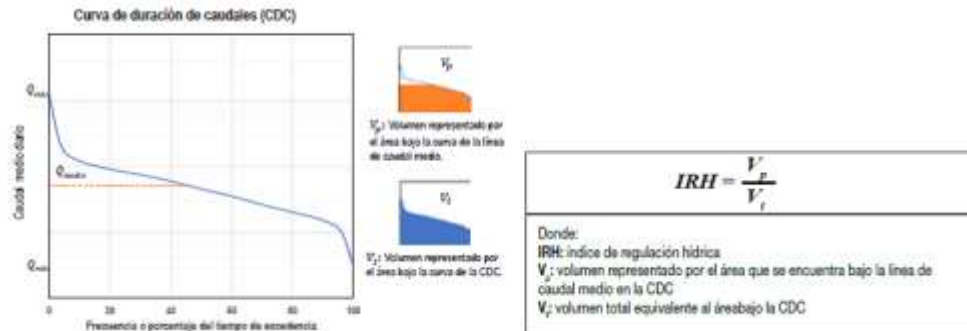
Fuente: IDEAM, 2024

Por su parte, el índice de regulación hídrica (IRH) evalúa la capacidad de la cuenca para mantener y regular un régimen de caudales, la cual está limitada por la interacción del sistema suelo-vegetación (características físicas y morfológicas de la cuenca). Su definición se hace con respecto a la curva de duración de caudales medios



diarios (CDC), que presenta una relación del porcentaje de tiempo durante el cual los caudales igualan o exceden un valor dado. La forma y pendiente de la CDC indica los tiempos de duración de un caudal en un cauce, y la relación de áreas bajo la curva define su regulación acorde con la siguiente ecuación y su representación gráfica en la siguiente figura:

Figura 4. Esquematación de la curva de duración de caudales y los volúmenes para el cálculo del IRH.



Fuente: IDEAM, 2024

Los valores del IRH de cada subzona hidrográfica son clasificados de forma cualitativa de acuerdo con la escala presentada en la siguiente tabla:

Tabla 4. Categorías del Índice de Regulación Hídrica - IRH.

Rango de valores del Indicador	Calificación	Descripción
>0.85	MUY ALTA	Muy alta retención y regulación de humedad
0.75 – 0.85	ALTA	Alta retención y regulación de humedad
0.65 – 0.75	MODERADA	Media retención y regulación de humedad media
0.50 – 0.65	BAJA	Baja retención y regulación de humedad
<0.50	MUY BAJA	Muy baja retención y regulación de e humedad

Fuente: IDEAM, 2010

Finalmente, el índice IVH representa la fragilidad que tienen los sistemas hídricos superficiales de mantener la oferta de agua dadas sus condiciones de uso y regulación y, de esta manera, identifica la vulnerabilidad en el abastecimiento de agua que presentan los sectores usuarios del recurso. Es importante resaltar que, entre más alto es el uso del agua y menor la capacidad de regulación, la vulnerabilidad por desabastecimiento aumenta.

De este modo, para llevar a cabo la actualización de la capa de sensibilidad, se tomó la información de la oferta hídrica disponible para la condición de año seco, reportada en el ENA (IDEAM, 2023), la cual se considera la condición más crítica, y se le restó la demanda hídrica superficial por SZH, de acuerdo con los registros de captaciones indicados en el SIRH, con el fin de establecer el índice del uso del agua - IUA. Posteriormente, se combinó con la índice regulación hídrica - IRH para obtener el índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento - IVH. Para las subzonas en las que no se tuvo datos de concesiones otorgadas en el registro del SIRH, se tomó el resultado del IVH directamente del ENA 2022.

A partir del resultado de IVH, se realiza una clasificación de sensibilidad por presión al recurso hídrico, clasificando en un rango de 1 a 5. A continuación, se describen los criterios definidos para el componente hídrico superficial en términos de cantidad.

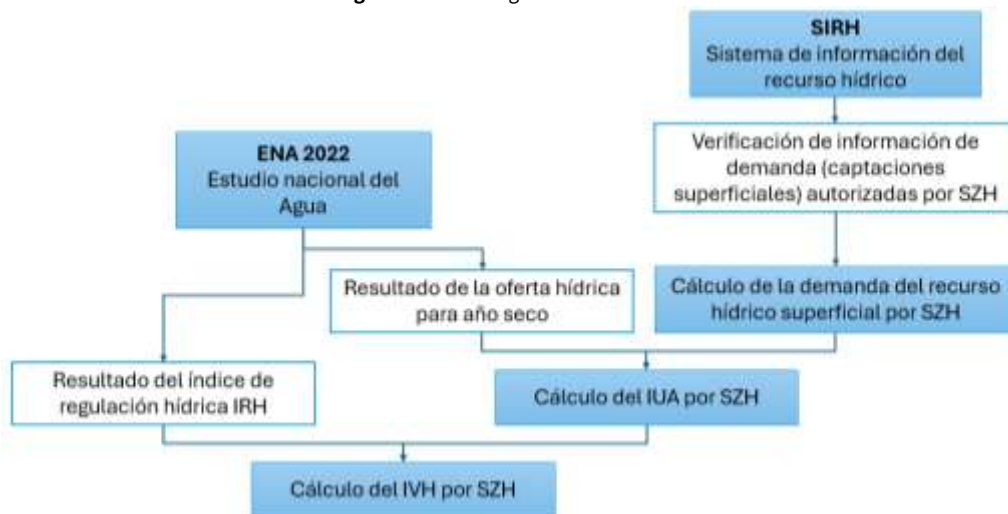
Criterio 1. Índice de Vulnerabilidad Hídrica al Desabastecimiento (IVH) por Subzona Hidrográfica (SZH)																																																											
Tipo: Riesgo.																																																											
Estado de actualización: 2024.																																																											
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, según actualización en la demanda hídrica y análisis realizados por grupo de regionalización y centro de monitoreo ANLA.																																																											
Definición del criterio	El índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento se calcula a partir de la correlación que hay entre el índice de regulación hídrica (IRH) el cual se toma del ENA 2022 (IDEAM, 2023) y el índice de uso del agua IUA, el cual fue actualizado con base en la demanda hídrica de las concesiones de agua superficial otorgadas por la ANLA y por las Autoridades Ambientales Regionales, según lo reportado en el SIRH, con fecha de corte 31 de julio de 2024, y calculado según se muestra en la siguiente tabla: Tabla 5. Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico IVH - Relación entre IRH e IUA. <table><tr><th colspan="6">Vulnerabilidad del recurso hídrico relación IRH – IUA</th></tr><tr><th colspan="2">IUA Extremo = porcentaje (Oferta/demanda)</th><th colspan="4">Índice de regulación</th></tr><tr><th>Rango</th><th>Categoría</th><th>Alta</th><th>Moderado</th><th>Baja</th><th>Muy baja</th></tr><tr><td><1</td><td>Muy bajo</td><td>Muy baja</td><td>Baja</td><td>Media</td><td>Media</td></tr><tr><td>1 - 10</td><td>Bajo</td><td>Baja</td><td>Baja</td><td>Media</td><td>Media</td></tr><tr><td>10 - 20</td><td>Moderado</td><td>Media</td><td>Media</td><td>Alta</td><td>Alta</td></tr><tr><td>20 - 50</td><td>Alto</td><td>Media</td><td>Alta</td><td>Alta</td><td>Muy alta</td></tr><tr><td>50 - 100</td><td>Muy alto</td><td>Media</td><td>Alta</td><td>Alta</td><td>Muy alta</td></tr><tr><td>> 100</td><td>Crítico</td><td>Muy alta</td><td>Muy alta</td><td>Muy alta</td><td>Muy alta</td></tr></table> Fuente: IDEAM, 2014 Este criterio se define como riesgo, toda vez que el índice toma en cuenta una posible amenaza generada por la demanda hídrica actual que afecta la oferta hídrica disponible (Índice del Uso del Agua - IUA) y lo relaciona con la vulnerabilidad de la cuenca medida por su capacidad para mantener o regular un caudal determinado.					Vulnerabilidad del recurso hídrico relación IRH – IUA						IUA Extremo = porcentaje (Oferta/demanda)		Índice de regulación				Rango	Categoría	Alta	Moderado	Baja	Muy baja	<1	Muy bajo	Muy baja	Baja	Media	Media	1 - 10	Bajo	Baja	Baja	Media	Media	10 - 20	Moderado	Media	Media	Alta	Alta	20 - 50	Alto	Media	Alta	Alta	Muy alta	50 - 100	Muy alto	Media	Alta	Alta	Muy alta	> 100	Crítico	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Vulnerabilidad del recurso hídrico relación IRH – IUA																																																											
IUA Extremo = porcentaje (Oferta/demanda)		Índice de regulación																																																									
Rango	Categoría	Alta	Moderado	Baja	Muy baja																																																						
<1	Muy bajo	Muy baja	Baja	Media	Media																																																						
1 - 10	Bajo	Baja	Baja	Media	Media																																																						
10 - 20	Moderado	Media	Media	Alta	Alta																																																						
20 - 50	Alto	Media	Alta	Alta	Muy alta																																																						
50 - 100	Muy alto	Media	Alta	Alta	Muy alta																																																						
> 100	Crítico	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta																																																						
Justificación de la modificación	Teniendo en cuenta que el índice IVH tiene en cuenta condiciones de regulación hídrica y de uso del agua, que su vez incluye aspectos de demanda hídrica de los proyectos ANLA y de concesiones otorgadas en todo el territorio nacional, se ajusta el IUA con los registros más actualizados del SIRH, con corte a 31 de julio de 2024, y de esta manera se actualiza el IVH.																																																										
Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental	En el marco del licenciamiento ambiental, se considera que este criterio aplica de la siguiente forma: A nivel de evaluación: este indicador se considera en el marco del análisis de la demanda de los recursos naturales, en las épocas en los cuales se pueden presentar variaciones extremas de caudales especialmente en periodos de estiaje, principalmente asociado con los permisos de captación de agua superficial solicitados y su relación con la disponibilidad del recurso hídrico superficial.																																																										



	A nivel de seguimiento: este indicador permite evidenciar un panorama de la presión ejercida sobre el recurso hídrico superficial por proyectos presentes en la zona o área objeto de análisis.
--	--

A continuación, en la **Figura 5** se presenta el proceso metodológico de actualización del índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento (IVH) por subzona hidrográfica (SZH):

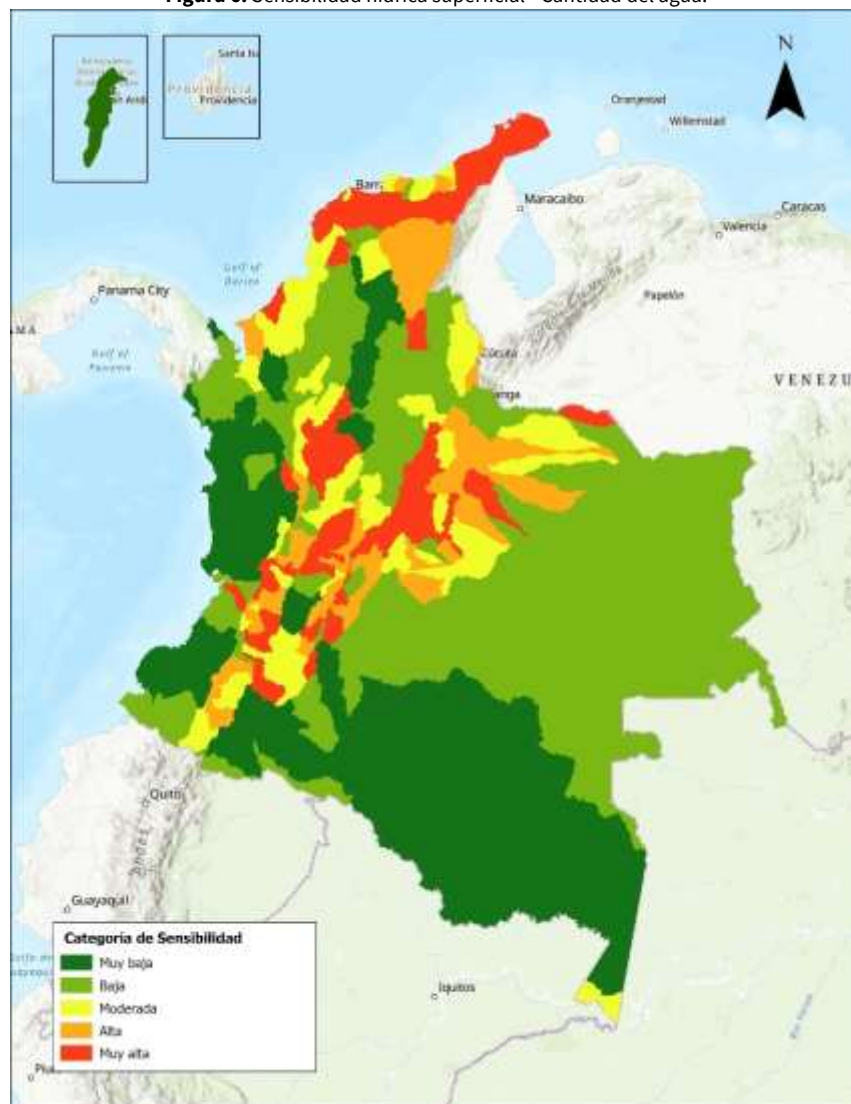
Figura 5. Metodología del cálculo del IVH.



Fuente: ANLA, 2024

Una vez implementado el proceso previamente presentado, se generó la capa del componente hídrico superficial en términos de oferta cantidad, la cual se muestra a continuación:

Figura 6. Sensibilidad hídrica superficial - Cantidad del agua.



Fuente: ANLA, 2024

B. CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL

Teniendo en cuenta que los proyectos para seguimiento y evaluación de ANLA cuentan o requieren permisos de vertimiento de aguas residuales, y realizan actividades que pueden alterar la calidad del recurso, en la actualización de la sensibilidad del componente hídrico superficial, se tuvo en cuenta el índice de alteración de potencial de la calidad del agua (IACAL) reportado en el ENA 2022; adicionalmente, se tuvo en cuenta el índice de calidad del agua – ICA, calculado a partir de monitoreos reportados por parte de los expedientes objeto de seguimiento en la ANLA, y el caudal de vertimientos acumulado por subzona hidrográfica, de acuerdo con la información registrada en el SIRH, como se detalla a continuación.

A partir de la información disponible en el SIRH respecto a los vertimientos de agua superficial reportadas por las autoridades ambientales en su jurisdicción respectiva, se procede a determinar a nivel de subzona hidrográfica el caudal acumulado de vertimientos. Seguidamente, se realiza una clasificación de sensibilidad por vertimientos sobre el recurso hídrico superficial.

Con respecto al índice de calidad de agua - ICA, se tuvo en cuenta los resultados de las mediciones de calidad del agua con que cuenta la ANLA en el territorio nacional, y que son reportados por los expedientes objeto de seguimiento. El cálculo se realizó por subzona hidrográfica, y se consideró la formulación para seis (6) parámetros del IDEAM; para la definición ICA, se establece el promedio ponderado entre los valores medidos para la subzona hidrográfica, en caso de existir más de un valor.

El índice de sensibilidad ambiental a la calidad del agua es un valor numérico que califica en categorías el impacto que tiene la calidad del recurso en la subzona definida de acuerdo con la información disponible y su distribución. En este sentido, la integración de información resultante de cada índice fortalece el indicador, el cual refleja la sensibilidad de los sistemas hídricos superficiales. Lo anterior destaca las zonas susceptibles a cambios en la calidad y facilita el análisis de priorización con un enfoque técnico-ambiental del seguimiento regional.

Para la determinación del índice, se procede a extraer la condición más crítica entre el índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL), índices de calidad de agua (ICA), y caudales acumulados de vertimientos, por subzona hidrográfica. A continuación, se relacionan los criterios que fueron definidos y considerados en el análisis de sensibilidad del componente hídrico superficial en términos de calidad:

Criterio 2. Índice de Alteración Potencial del Agua (IACAL) por Subzona Hidrográfica (SZH)	
Tipo: Riesgo	
Estado de actualización: Tomado del ENA 2022	
Temporalidad de actualización proyectada: Cada cuatro (4) años, según temporalidad de actualización del ENA por parte del IDEAM.	
Definición del criterio	El IACAL asocia la razón existente entre la carga contaminante que se estima recibe una subzona hidrográfica en un periodo de tiempo y la oferta hídrica superficial para año medio y año seco de esta misma subzona estimada a partir de una serie de tiempo. A continuación, se presenta la fórmula del indicador: $IACAL_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^n catiacal_{ijt}}{n}$ Donde: IACAL= índice de alteración potencial de la calidad del agua de una subzona hidrográfica j durante el periodo de tiempo t, evaluado para una oferta hídrica propia de un año medio o seco, dependiendo del caso. catiacal = categoría de clasificación de la vulnerabilidad por la potencial alteración de la calidad del agua que representa el valor de la presión de la carga estimada de la variable de calidad i que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t dividido por la oferta hídrica propia de un año medio o seco, dependiendo del caso. n = número de variables de la calidad involucradas en el cálculo del indicador, n es igual a 5. El indicador se calcula a partir de las estimaciones de las cargas que de cada una de 5 variables fisicoquímicas se pueden estar vertiendo a las corrientes superficiales (DBO5, DQO, sólidos suspendidos totales, nitrógeno y fósforo totales), las cuales son ponderadas por la oferta hídrica. Los valores obtenidos en cada una de las estimaciones se comparan con los rangos establecidos en tablas de referencia. El valor del indicador surge de

	promediar el valor de las categorías de clasificación obtenidas para cada una de las variables. En la Tabla 6 se encuentra el origen de la referencia. Se presentan los valores que puede tomar el IACAL, la categoría de clasificación que se afirma a cada uno de ellos, la calificación del nivel de presión al que corresponde y el color que la representa: <table><tr><th colspan="3">Tabla 6. Categorías y rangos IACAL.</th></tr><tr><th>Rangos</th><th>Categoría de clasificación</th><th>Clasificación de la presión</th></tr><tr><td>$1 \leq \text{IACAL} \leq 1,5$</td><td>1</td><td>Baja</td></tr><tr><td>$1,5 \leq \text{IACAL} \leq 2,5$</td><td>2</td><td>Moderada</td></tr><tr><td>$2,5 \leq \text{IACAL} \leq 3,5$</td><td>3</td><td>Media-alta</td></tr><tr><td>$3,5 \leq \text{IACAL} \leq 4,5$</td><td>4</td><td>Alta</td></tr><tr><td>$4,5 \leq \text{IACAL} \leq 5,0$</td><td>5</td><td>Muy alta</td></tr></table> Fuente: IDEAM, 2013¹ Este criterio es considerado como riesgo, ya que relaciona la carga contaminante que se estima recibe una SZH, como un factor de amenaza, y la oferta hídrica superficial que determina la capacidad natural de autodepuración del cuerpo de agua superficial que recibe dichas cargas, que constituye una vulnerabilidad del recurso.	Tabla 6. Categorías y rangos IACAL.			Rangos	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión	$1 \leq \text{IACAL} \leq 1,5$	1	Baja	$1,5 \leq \text{IACAL} \leq 2,5$	2	Moderada	$2,5 \leq \text{IACAL} \leq 3,5$	3	Media-alta	$3,5 \leq \text{IACAL} \leq 4,5$	4	Alta	$4,5 \leq \text{IACAL} \leq 5,0$	5	Muy alta
Tabla 6. Categorías y rangos IACAL.																						
Rangos	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión																				
$1 \leq \text{IACAL} \leq 1,5$	1	Baja																				
$1,5 \leq \text{IACAL} \leq 2,5$	2	Moderada																				
$2,5 \leq \text{IACAL} \leq 3,5$	3	Media-alta																				
$3,5 \leq \text{IACAL} \leq 4,5$	4	Alta																				
$4,5 \leq \text{IACAL} \leq 5,0$	5	Muy alta																				
Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental	En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio aplica de la siguiente forma: A nivel de evaluación: este indicador permite identificar áreas con mayor presión en términos de cargas contaminantes y de esta forma, establecer como el otorgamiento de nuevas licencias o permisos podrían afectar la relación entre cargas contaminantes y la cantidad de recurso hídrico disponible, que determina la capacidad natural de autodepuración del cuerpo de agua.																					

Criterio 3. Índice de Calidad del Agua (ICA) por Subzona Hidrográfica (SZH)	
Tipo: Amenaza	
Estado de actualización: 2024 a partir de información de monitoreos de ANLA	
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, según modelaciones y análisis realizados por grupo de regionalización y centro de monitoreo ANLA.	
Definición del criterio	El ICA es el valor numérico que se le otorga a la calidad del agua de una corriente superficial, en el presente documento se calcula con base en seis variables: saturación de oxígeno disuelto, concentración de sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, la relación de fósforo y nitrógeno total, la conductividad eléctrica y el pH. Cada uno de estos parámetros es sumado y ponderado de acuerdo con el peso otorgado (0,17 en el caso de seis parámetros y 0,2 en el caso de cinco). Por último, los resultados son clasificados de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 7.

¹ Orjuela L. C., López M. O. (2013). Hoja metodológica del indicador Índice de alteración potencial de la calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 14p.

	Tabla 7. Caracterización de los Índices de Calidad de Agua. <table><tr><th>Rangos</th><th>Categorización</th><th>Señal de alerta (color)</th></tr><tr><td>0,0 a 0,25</td><td>Muy mala</td><td></td></tr><tr><td>0,25 a 0,50</td><td>Mala</td><td></td></tr><tr><td>0,51 a 0,70</td><td>Regular</td><td></td></tr><tr><td>0,71 a 0,90</td><td>Aceptable</td><td></td></tr><tr><td>0,91 a 1,00</td><td>Buena</td><td></td></tr></table> Fuente: IDEAM, 2013 Se considera como un criterio de amenaza, debido a que establece la calidad del agua en determinado punto de monitoreo y, por tanto, permite identificar tendencias de deterioro, estabilidad o recuperación de un cuerpo de agua.	Rangos	Categorización	Señal de alerta (color)	0,0 a 0,25	Muy mala		0,25 a 0,50	Mala		0,51 a 0,70	Regular		0,71 a 0,90	Aceptable		0,91 a 1,00	Buena	
Rangos	Categorización	Señal de alerta (color)																	
0,0 a 0,25	Muy mala																		
0,25 a 0,50	Mala																		
0,51 a 0,70	Regular																		
0,71 a 0,90	Aceptable																		
0,91 a 1,00	Buena																		
Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental	En el marco del licenciamiento, se considera que este criterio aplica de la siguiente forma: A nivel de evaluación: este indicador permite identificar el estado actual (antes del proyecto) de la calidad del agua respecto a los parámetros medidos. A nivel de seguimiento: este indicador permite evidenciar la posible influencia de los proyectos en la calidad del recurso hídrico superficial respecto a la línea base (condición antes del proyecto).																		

Criterio 4. Caudal vertimientos acumulados – calidad de agua																			
Tipo: Amenaza																			
Estado de actualización: 2024																			
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, según modelaciones y análisis realizados por grupo de regionalización y centro de monitoreo ANLA.																			
Definición del criterio	Para cada subzona hidrográfica se realiza la sumatoria total de caudales de vertimiento acumulado. En donde $Q_{\text{Vert acum}} = \sum Q_{\text{vert1}} + Q_{\text{vert2}} + Q_{\text{vert3}} \dots\dots\dots$ Tabla 8. Categorías y rangos Q vertimientos acumulados <table><tr><th>Rangos Caudal (l/s)</th><th>Categoría de clasificación</th><th>Clasificación de la presión</th></tr><tr><td>0 – 90</td><td>1</td><td>Baja</td></tr><tr><td>90- 354</td><td>2</td><td>Moderada</td></tr><tr><td>354 - 1325</td><td>3</td><td>Media-alta</td></tr><tr><td>1325- 9959</td><td>4</td><td>Alta</td></tr><tr><td>9959 - 25681</td><td>5</td><td>Muy alta</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2023 El criterio se clasifica como una amenaza, ya que determina los caudales vertidos en ciertos cuerpos de agua, lo que puede incrementar la carga contaminante y, en consecuencia, alterar la calidad del agua.	Rangos Caudal (l/s)	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión	0 – 90	1	Baja	90- 354	2	Moderada	354 - 1325	3	Media-alta	1325- 9959	4	Alta	9959 - 25681	5	Muy alta
Rangos Caudal (l/s)	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión																	
0 – 90	1	Baja																	
90- 354	2	Moderada																	
354 - 1325	3	Media-alta																	
1325- 9959	4	Alta																	
9959 - 25681	5	Muy alta																	
Implicaciones en el marco	En el marco del licenciamiento ambiental, se considera que este criterio aplica de la siguiente forma:																		

del licenciamiento ambiental	A nivel de evaluación: este indicador permite identificar el estado actual (antes del proyecto) de la cantidad de vertimientos otorgados. A nivel de seguimiento: este indicador permite evidenciar la posible influencia o carga de los proyectos en la calidad del recurso hídrico superficial respecto a la línea base (condición antes del proyecto).
------------------------------------	---

El cálculo del índice para calidad del agua tiene en cuenta la condición menos favorable de los tres elementos analizados para cada subzona hidrográfica, como son el valor del IACAL, los vertimientos acumulados sobre el área de la subzona y el ICA ponderado de la SZH:

$$\text{Índice de Sensibilidad Ambiental a la calidad del recurso Hídrico} \\ = \text{Máximo}[(IACAL), (ICA), Q_{vert \text{ acum}}]$$

Es importante tener en cuenta que existen subzonas en las cuales no hay información asociada al ICA, por lo cual, este caso en particular, se toma el valor máximo entre los otros dos componentes. Finalmente, se hace la clasificación por categorías, teniendo en cuenta la escala establecida para el IACAL:

Tabla 9. Clasificación del índice de sensibilidad ambiental a la calidad del recurso hídrico.

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la sensibilidad ambiental a la calidad del recurso hídrico.	Señal de alerta
5.00 - 4.00	Muy alta	Rojo
4.00 - 3.00	Alta	Naranja
3.00 - 2.00	Media - alta	Amarillo
2.00 - 1.00	Alta	Verde
1.00 - 0.00	Muy alta	Azul

Fuente: ANLA, 2023

En la **Figura 7** se presenta un resumen del cálculo del índice de sensibilidad ambiental hídrico - calidad, relacionando en cada aspecto considerado los insumos a partir de los cuales se realizaron los cálculos:

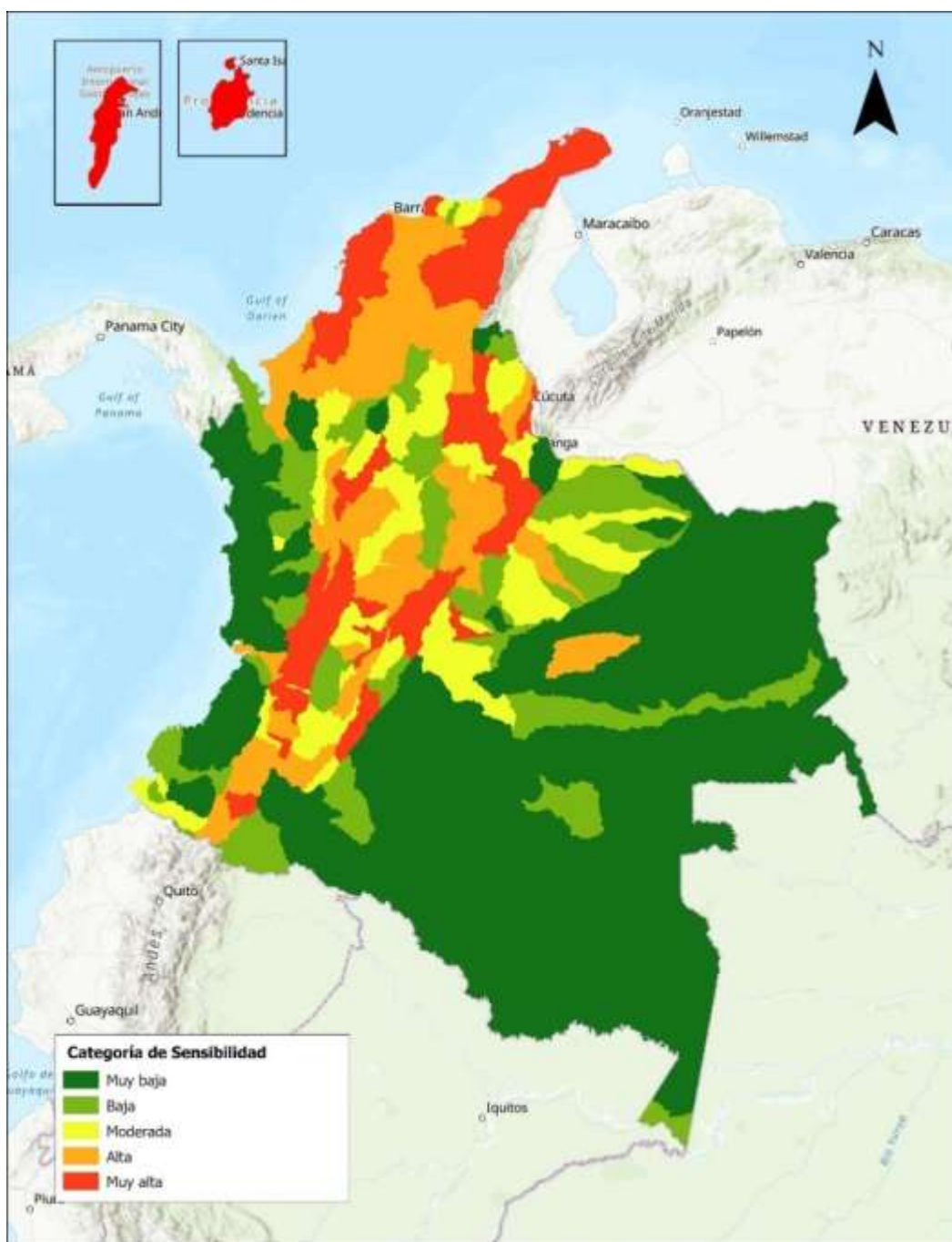
Figura 7. Metodología de cálculo del Índice de Sensibilidad Ambiental Hídrico - calidad.



Fuente: ANLA, 2022

Una vez hecha la evaluación e integración de los criterios, se presentan los resultados obtenidos para el ejercicio de sensibilidad del recurso hídrico superficial - calidad.

Figura 8. Sensibilidad hídrica superficial – Calidad del agua.



Fuente: ANLA, 2024

C. CAPA DE SENSIBILIDAD HÍDRICO SUPERFICIAL

Por último, con el fin de integrar ambos componentes (calidad y cantidad), se tuvo en cuenta la condición menos favorable de los criterios analizadas para cada subzona hidrográfica (IACAL, vertimientos acumulados, y el ICA, en cuanto a la calidad, y el IVH, en cuanto a la cantidad), de cada SZH:

$$\text{Sensibilidad Recurso Hídrico Superficial} = \text{Máximo}[(IVH), (IACAL), (ICA), Q_{\text{Vert acum.}}]$$

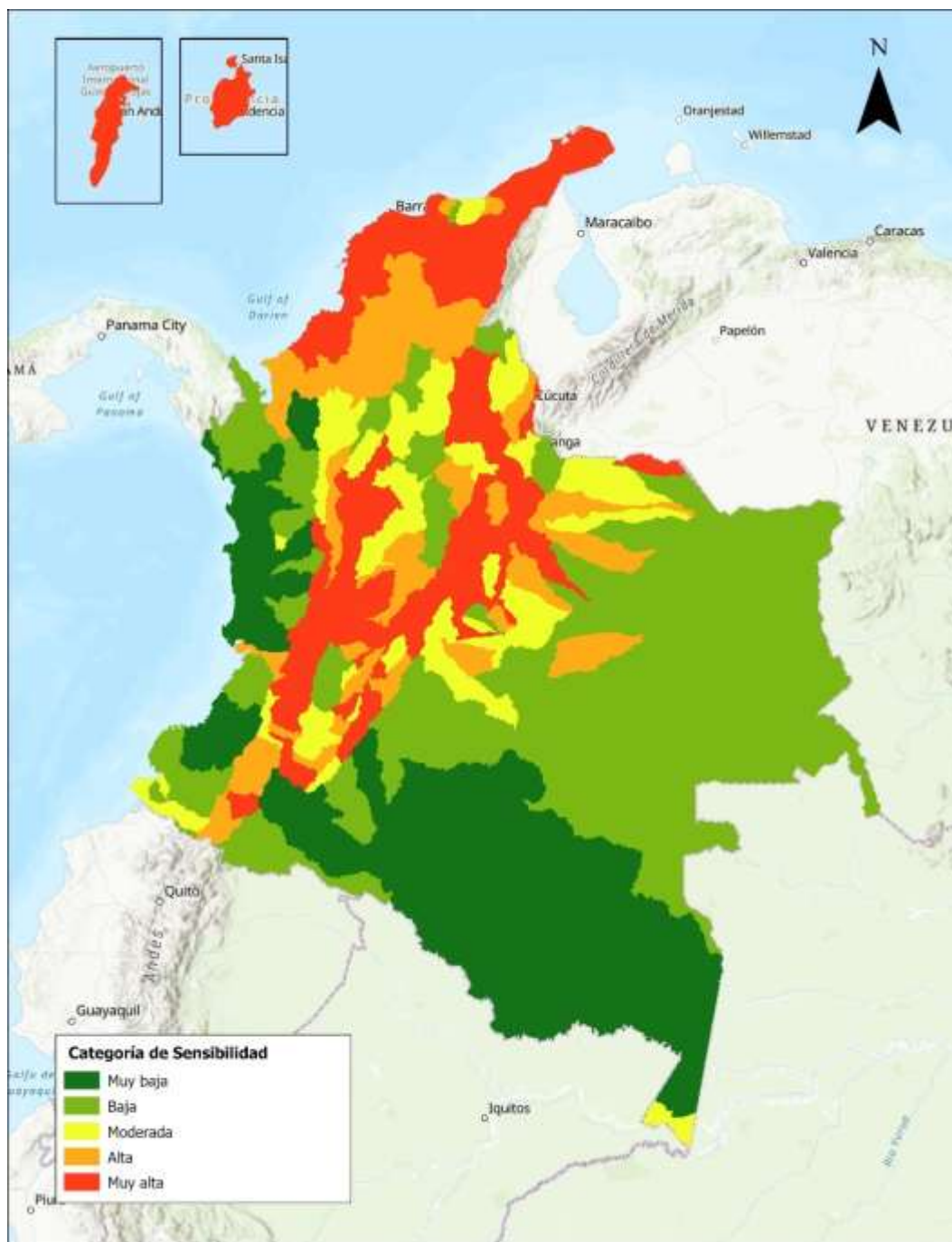
Tabla 10 . Categorías de criticidad definidas para los criterios seleccionados – componente hídrico superficial.

Valor	Categoría	Criterios calidad			Criterio cantidad	Interpretación final
		IACAL	ICA	Caudal Vertimiento	IVH	
4-5	Muy alta	Muy alta presión a la alteración potencial de calidad de agua para año seco.	Muy mala calidad de agua (ICA).	Muy alta presión por caudal de vertimientos acumulados (mayor a 9959 l/s).	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible y se presenta muy baja retención y regulación de humedad en la cuenca.	La presión en cuanto al recurso hídrico superficial es muy alta por efecto de que se presenta una de las siguientes situaciones: muy mala calidad del recurso, muy altos caudales de vertimientos, demanda muy alta y alta con respecto a la oferta disponible, o muy baja retención y regulación de humedad en la cuenca.
3-4	Alta	Alta presión a la alteración potencial de calidad de agua para año seco.	Mala calidad de agua (ICA).	Alta presión por caudal de vertimientos acumulados (1325 - 9959 l/s).	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible y se presenta baja retención y regulación de humedad en la cuenca.	La presión en cuanto al recurso hídrico superficial es alta por efecto de que se presenta una de las siguientes situaciones: mala calidad del recurso, altos caudales de vertimientos, demanda alta con respecto a la oferta disponible, o baja retención y regulación de humedad en la cuenca
2-3	Moderada	Media-alta presión a la alteración potencial de calidad de agua para año seco.	Regular calidad de agua (ICA)	Media-alta presión por caudal de vertimientos acumulados (354 - 1325 l/s).	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible, y se presenta media retención y regulación de humedad en la cuenca.	La presión en cuanto al recurso hídrico superficial es moderada por efecto de que se presenta una de las siguientes situaciones: regular calidad del recurso, caudales de vertimientos nivel medio-alto, demanda moderada con respecto a la oferta disponible, o media retención y regulación de humedad en la cuenca
1-2	Baja	Moderada presión a la alteración potencial de calidad de agua para año seco.	Aceptable calidad de agua (ICA).	Moderada presión por caudal de vertimientos acumulados (90 - 354 l/s).	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible, y se presenta alta retención y regulación de humedad en la cuenca.	La presión en cuanto al recurso hídrico superficial es baja por efecto de que se presenta una de las siguientes situaciones: Aceptable calidad del recurso, caudales de vertimientos nivel moderado, demanda baja con respecto a la oferta disponible, o alta retención y regulación de humedad en la cuenca
0-1	Muy baja	Baja presión a la alteración potencial de calidad de agua para año seco.	Buena calidad de agua (ICA).	Baja presión por caudal de vertimientos acumulados (0 - 90 l/s).	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible, y se presenta muy alta retención y regulación de humedad en la cuenca.	La sensibilidad en cuanto al recurso hídrico superficial es Muy baja como consecuencia de que se presenta una de las siguientes situaciones: buena calidad del recurso, caudales de vertimientos nivel bajo, demanda no significativa con respecto a la oferta disponible, o muy alta retención y regulación de humedad en la cuenca

Fuente: ANLA, 2024

Finalmente, se presenta la capa final de la sensibilidad hídrica superficial:

Figura 9. Sensibilidad hídrica superficial 2024.



Fuente: ANLA, 2024



III. SENSIBILIDAD COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

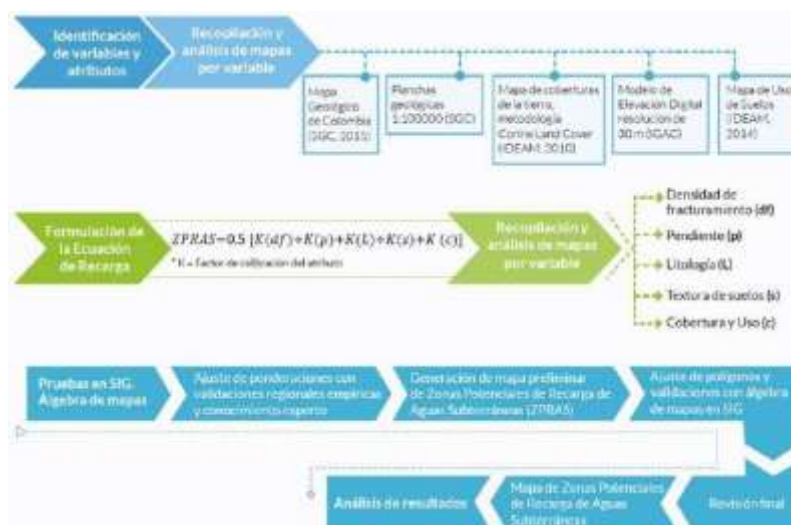
En lo que respecta al componente hidrogeológico, la actualización de la capa espacial de sensibilidad ambiental correspondiente a la vigencia 2024 integra un criterio complementario, relacionado con zonas donde pueden existir fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas. Además, se robusteció el estado de la demanda del recurso hídrico subterráneo a escala nacional, en el sentido de precisar el número de captaciones en el país.

A continuación, se describen, de manera detallada, los tres criterios espaciales que fundamentan el ejercicio de sensibilidad ambiental desarrollado para el componente hídrico subterráneo.

A. RIESGO A LA ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO

Criterio 1. Zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas	
Tipo: Vulnerabilidad	
Estado de actualización: Tomado del ENA 2018	
Temporalidad de actualización proyectada: Según la actualización de la información hidrogeológica generada por el Estudio Nacional.	
Definición del criterio	El presente criterio se sustenta en la delimitación de las zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas (ZPRAS), definida por el IDEAM en el marco del Estudio Nacional del Agua del año 2018, la cual ofrece información espacial a escala 1:1.000.000 (escala nacional). Dada la escala de estudio, y debido a que no se estiman volúmenes o tasas de recarga potencial, es de relevancia anotar que el mapa nacional de ZPRAS brinda un reconocimiento preliminar o de carácter indicativo. La metodología desarrollada por el IDEAM tuvo en cuenta las distintas variables o elementos biofísicos que se encuentran involucrados en el proceso de recarga de los acuíferos, como el fracturamiento geológico, la pendiente topográfica, la litología de las formaciones geológicas, la textura de los suelos y la cobertura vegetal. La selección de estas variables estuvo condicionada por la escala y la información georreferenciada publicada por entes oficiales. También es de destacar que los datos fueron manejados mediante un sistema de información geográfica (SIG), donde se asumió el mismo peso a cada una de las variables, previo a su integración espacial a través de un álgebra de mapas. La Figura 10 detalla la metodología implementada por el IDEAM para la elaboración del mapa de ZRPAS a nivel nacional.

Figura 10. Esquema para la elaboración del mapa nacional de ZPRAS



Fuente: IDEAM, 2019

Como resultado del álgebra de mapas, se delimitan las zonas de alta, moderada, baja y muy baja potencialidad de recarga hídrica en el territorio nacional. En este orden de ideas, y como así lo expone el IDEAM (2019), las zonas de alto potencial de recarga se asocian a pendientes ligeramente inclinadas, vegetación boscosa y suelos de textura predominantemente arenosa, condiciones que, en conjunto, propician la infiltración del agua lluvia. Desde el punto de vista geomorfológico, las zonas con alto potencial de recarga se presentan en áreas de valles que conforman ríos de gran envergadura hasta áreas de piedemonte; depósitos y llanuras aluviales, abanicos y dunas de edad cuaternaria y ambientes estructurales denudativos de edad terciaria y cretácica. Dichas geoformas se pueden identificar en el piedemonte de la cordillera Oriental, a la altura de Yopal y Villavicencio, en la cuenca Cauca-Patía, en los abanicos de la cordillera Central, hacia el municipio de Ibagué, los depósitos cuaternarios de la cuenca Vaupés-Amazonas y en las dunas del departamento de la Guajira.

Por su parte, las zonas de moderado potencial de recarga se encuentran asociadas, principalmente, a pendientes levemente inclinadas y coberturas de origen antrópico (cultivos). Se localizan especialmente en el piedemonte de la provincia hidrogeológica Caguán-Putumayo, en las provincias hidrogeológicas de los Llanos Orientales, los valles Inferior y Medio del Magdalena, Tumaco, Choco, Sinú-San Jacinto y La Guajira, así como en los departamentos de Casanare, Arauca y Meta.

En tanto, las zonas que se caracterizan por su baja potencialidad de recarga hídrica se asocian a pendientes muy inclinadas (entre 18 y 40 grados), suelos de composición predominantemente arcillosa y coberturas de vegetación con vocación ganadera, donde, a raíz de dichas condiciones, se minimiza el proceso de infiltración y percolación del agua proveniente de las precipitaciones. Las zonas de bajas tasa de recarga se identifican, en esencia, en las provincias hidrogeológicas de los Llanos Orientales, Vaupés-Amazonas, Caguán Putumayo, valle Bajo del Magdalena, Urabá y en la cordillera Oriental. Por último, las zonas de muy bajo potencial de recarga se asocian a pendientes subverticales a

verticales, áreas urbanas y suelos de granulometría muy fina, donde se ve restringido, en gran medida, el proceso de infiltración.

Ahora bien, con el fin de traducir la delimitación de las ZPRAS en términos de sensibilidad ambiental, se realizó una calificación del territorio, partiendo de la premisa que explica que las zonas con un alto potencial de recarga hídrica constituyen áreas donde los acuíferos son más vulnerables ante cargas de contaminación que tienen lugar en superficie, las cuales pueden introducir cambios en la calidad de las aguas subterráneas, y, por el contrario, las zonas con una baja potencialidad de recarga conforman áreas donde los acuíferos son menos susceptibles frente a focos de contaminación. A tal efecto, se empleó el siguiente esquema de calificación (ver **Tabla 11**):

Tabla 11. Definición de categorías de sensibilidad ambiental a partir de la delimitación de zonas de recarga.

Potencial de Recarga		Sensibilidad Ambiental	
Factor de Recarga	Categoría	Factor de Recarga	Categoría
1	Muy Baja	1	Muy Baja
1.01 - 2	Baja	2	Baja
2.01 - 3	Moderada	3	Moderada
3.01 - 5	Alta	4	Alta
		5	Muy Alta

Fuente: ANLA, 2022.

La **Figura 11** presenta los resultados alcanzados con la calificación de las zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas (ZPRAS) delimitadas en el territorio nacional:

Figura 11. Sensibilidad ambiental hídrica subterránea - Criterio 1. Zonas de recarga hídrica.



Fuente: ANLA, 2022.

	Se define como criterio de vulnerabilidad en tanto el potencial de recarga hídrica incide en la susceptibilidad o predisposición de los acuíferos a ser afectados ante cargas de contaminación que tengan lugar en superficie.
Implicaciones en el marco del licenciamiento ambiental	En el marco del licenciamiento ambiental, tanto en los procesos de evaluación como en los procesos de seguimiento de los proyectos, obras o actividades de competencia de la ANLA, el criterio considerado ofrece una primera aproximación o un reconocimiento preliminar frente a la sensibilidad espacial o territorial de los acuíferos a escala nacional. En este orden de ideas, la capa de sensibilidad ambiental correspondiente a las zonas potenciales de recarga hídrica puede ser empleada para de identificación de las áreas que requieren un estudio y un análisis más detallado respecto a la delimitación de las zonas con potencial de infiltración o recarga hídrica y la espacialización de las zonas de alta vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos ante cargas o presiones que tienen lugar en superficie, donde se requiere, de manera particular, del planteamiento de medidas de manejo ambiental orientadas a la prevención de impactos negativos o alteraciones sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica del recurso.

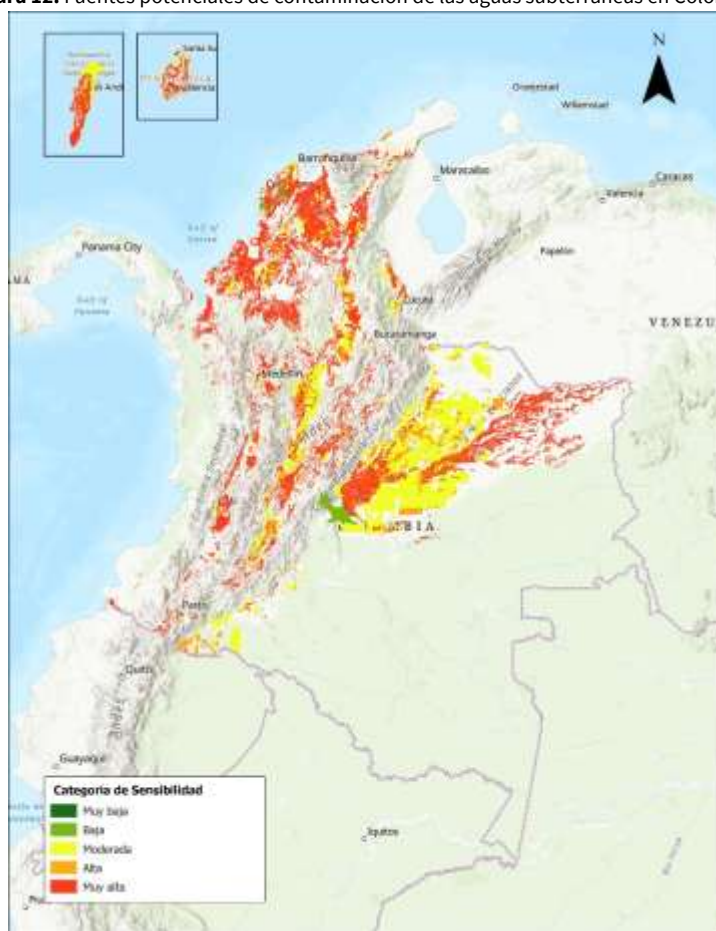
Criterio 2. Fuentes Potenciales de Contaminación														
Tipo: Amenaza														
Estado de actualización: Información disponible														
Temporalidad de actualización proyectada: A partir de disponibilidad de la información														
Definición del criterio	La capa de fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas en Colombia se genera a partir de la cartografía de los siguientes parámetros: • Proyectos licenciados a nivel nacional: Se toma en cuenta la clasificación mencionada en el apartado de Sensibilidad del Licenciamiento en relación con la criticidad asociada a los diferentes subsectores. • Centros urbanos: Se parte de la cartografía de centros urbanos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) del año 2023. • Áreas cuyo uso del suelo se encuentra destinado a actividades agrícolas: A partir del Mapa Digital de Clasificación de las Tierras por su Oferta Ambiental, República de Colombia, Escala 1:100.000, del año 2013, se definen las áreas cuyo uso está relacionado principalmente a la agricultura. Se entiende cada una de estas sub-capas como fuentes potenciales a la contaminación de las aguas subterráneas, y se les da una calificación asociada a las mismas: Tabla 12. Definición de categorías de sensibilidad ambiental a partir de las fuentes potenciales de contaminación. <table><tr><th>Parámetro</th><th colspan="2">Categoría Sensibilidad</th></tr><tr><td>Proyectos licenciados</td><td colspan="2">A partir de la clasificación presentada en Sensibilidad del Licenciamiento para cada subsector</td></tr><tr><td>Zonas de agricultura</td><td>Muy Alta</td><td>5</td></tr><tr><td>Centros Urbanos</td><td>Moderada</td><td>3</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2023 Al margen de lo anterior, es de señalar que los proyectos licenciados obtienen categorías entre Baja y Muy Alta, de acuerdo con la criticidad por subsector presentada en la Tabla 12,		Parámetro	Categoría Sensibilidad		Proyectos licenciados	A partir de la clasificación presentada en Sensibilidad del Licenciamiento para cada subsector		Zonas de agricultura	Muy Alta	5	Centros Urbanos	Moderada	3
Parámetro	Categoría Sensibilidad													
Proyectos licenciados	A partir de la clasificación presentada en Sensibilidad del Licenciamiento para cada subsector													
Zonas de agricultura	Muy Alta	5												
Centros Urbanos	Moderada	3												

entendiéndose como la potencial incidencia de dichas actividades sobre los recursos naturales. Por su parte, se asigna la categoría de sensibilidad Muy Alta a las zonas con presencia de agricultura debido a que el uso de fertilizantes y plaguicidas tiene una fuerte influencia sobre la calidad de las aguas subterráneas debido a la lixiviación de dichos compuestos, así como además otros procesos derivados de la actividad agrícola. Finalmente, dada las dinámicas y acciones que tienen lugar en los centros urbanos y su posible contaminación sobre el recurso hídrico subterráneo, se concede a tales zonas la categoría de sensibilidad Moderada.

Así pues, y teniendo en cuenta la clasificación presentada, se realiza una operación de suma de máximo de celdas, mediante la cual se compara el valor de cada celda en diferentes capas y se extrae el valor máximo entre las celdas correspondientes de cada capa; en dicha medida, el valor máximo se asigna a la celda de salida en la capa geográfica resultante. Mediante esta operación, se obtuvo una representación del valor más alto o significativo para cada punto (celda).

La capa resultante de dicha estadística de celdas fue la siguiente:

Figura 12. Fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas en Colombia.



Fuente: ANLA, 2024



	Se define como criterio de amenaza en tanto constituye un peligro latente de la alteración de las aguas subterráneas por actividades antrópicas en superficie.
--	--

B. RIESGO A LA ALTERACIÓN POTENCIAL A LA OFERTA DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO

Criterio 3. Mapa de permeabilidades de Colombia	
Tipo: Vulnerabilidad	
Estado de actualización: Tomado del SGC 2011	
Temporalidad de actualización proyectada: A partir de disponibilidad de la información.	
Definición del criterio	El Mapa de Permeabilidades de Colombia, es un producto publicado por el Servicio Geológico Colombiano – SGC en los años 2010 y 2011 distribuido en 26 planchas continentales (5-01 a 5-26) en escala 1:500.000, estas contienen el resultado de la evaluación cualitativa de la capacidad que tiene cada una de las unidades crono - litoestratigráficas presentadas en el Mapa Geológico de Colombia en escala 1:500.000 de almacenar y permitir el flujo del agua subterránea; esto, según los criterios geológicos para la identificación de zonas potenciales de ocurrencia de aguas subterráneas del Programa de Exploración de Aguas Subterráneas del SGC y la metodología del Mapa Hidrogeológico de Colombia, Edición 1987. La evaluación realizada por el SGC a cada unidad se basó en el análisis cualitativo de la permeabilidad de los sedimentos y rocas según su génesis, edad, litología y grado de fracturamiento, de acuerdo con la disposición en superficie de dichos materiales tal como los presenta el Mapa Geológico de Colombia y, por ende, las características composicionales y estructurales de las unidades pueden variar en profundidad. Las unidades litoestratigráficas con permeabilidades fueron definidas así: A. Sedimentos, rocas sedimentarias y vulcanoclásticas de alta a media permeabilidad: Unidades geológicas intergranulares, constituidas por sedimentos aluviales, de costas y vulcanoclásticas y por rocas sedimentarias poco consolidadas de ambiente continental. B. Rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas con disolución y/o fracturamiento de alta a media permeabilidad: Unidades geológicas fracturadas o con disolución, constituidas por rocas sedimentarias y vulcanoclásticas de ambiente marino, transicional y continental, rocas ígneas y metamórficas. C. Sedimentos y rocas sedimentarias de baja permeabilidad: Unidades geológicas que pueden almacenar agua, pero la transmiten lentamente, constituidas por sedimentos

paludales, morrénicos y de dunas y por rocas sedimentarias poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental, transicional y marino.

D. Rocas sedimentarias muy compactas, ígneas y metamórficas de baja permeabilidad:

Unidades geológicas sin capacidad de almacenar y/o transmitir agua, complejo de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas muy compactas.

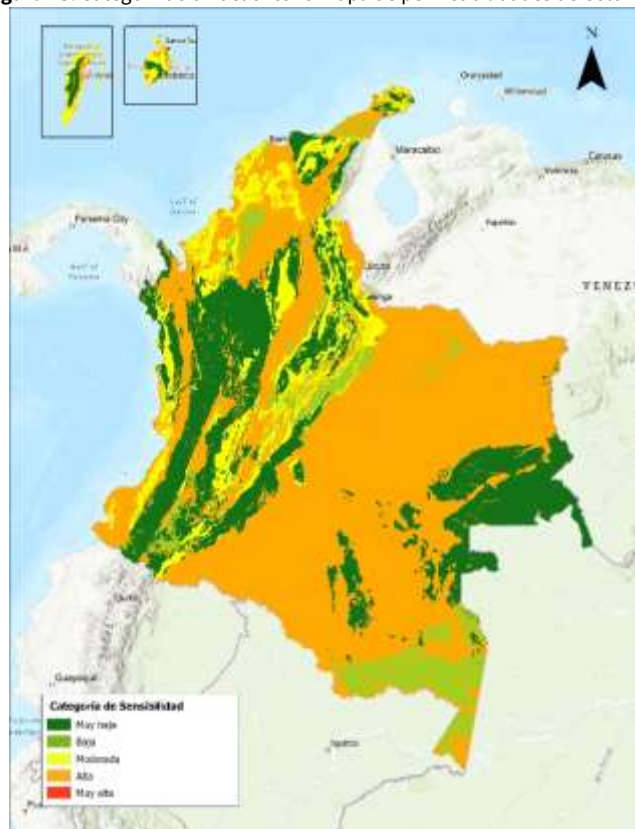
Las anteriores unidades, vistas desde la sensibilidad ambiental, se clasificaron teniendo en cuenta su potencial para conformar acuíferos de acuerdo con la permeabilidad, tal como se muestra en la **Figura 13** y **Tabla 13**:

Tabla 13. Definición de categorías de sensibilidad ambiental a partir de la permeabilidad cualitativa de rocas y sedimentos.

Unidades Hidrogeológicas		Sensibilidad Ambiental		
Clasificación Mapa	Tipo	Factor	Categoría	
A	Acuífero permeabilidad intergranular	4	Alta	
B	Acuífero con permeabilidad a través de fracturas	3	Moderada	
C	Acuitardo	2	Baja	
D	Acuífugo	1	Muy baja	

Fuente: ANLA, 2023.

Figura 13. Categorización del criterio mapa de permeabilidades de Colombia.



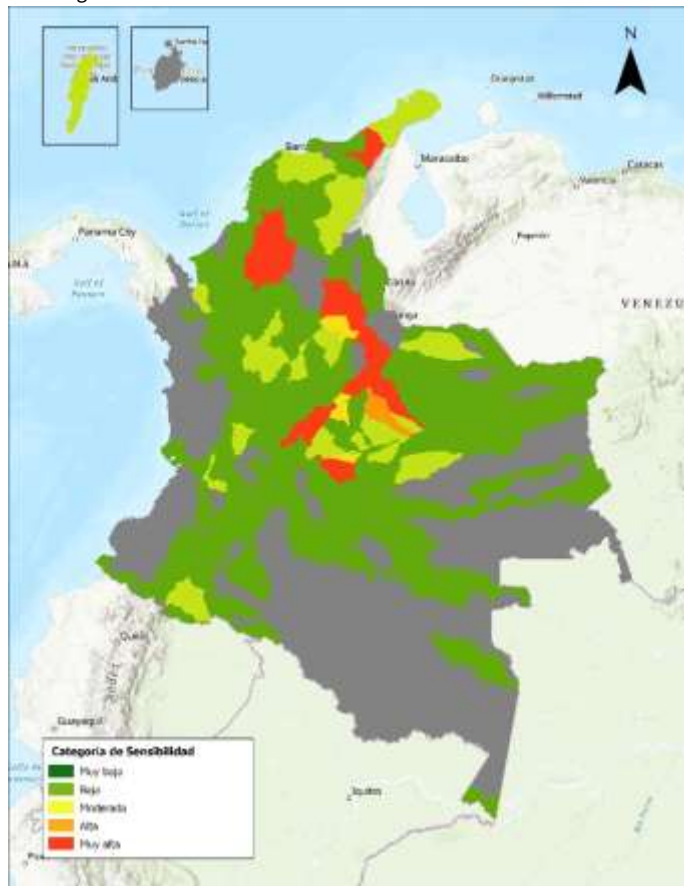
Fuente: ANLA, 2024



	Se define como criterio de vulnerabilidad debido a que representa la capacidad de una roca para almacenar y permitir el flujo del agua subterránea y, por tanto, el potencial acuífero o de producción de aguas subterráneas de las unidades geológicas (oferta hídrica).
--	---

Criterio 4. Estado de la demanda del recurso hídrico subterráneo															
Tipo: Amenaza															
Estado de actualización: Tomado de fuentes de información secundaria con diversas fechas de publicación															
Temporalidad de actualización proyectada: Cada 3 años															
Definición del criterio	Con el propósito fundamental de generar una capa suficientemente representativa frente al estado de la demanda del recurso hídrico subterráneo a nivel nacional, se realizó, en primera medida, la consolidación de una base de datos de los puntos de uso y aprovechamiento de aguas subterráneas (aljibes y pozos) que se logran identificar a partir de la revisión y sistematización de fuentes de información secundaria. En este sentido, las fuentes secundarias empleadas, en su totalidad de carácter oficial, son las bases de almacenamiento geográfico de datos correspondientes a los Modelos Hidrogeológicos Conceptuales, adelantados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en distintas zonas del territorio nacional, así como la Base de Datos Corporativa de la Entidad, que integra la información cartográfica de los distintos proyectos, obras y actividades objeto de licenciamiento ambiental. Posteriormente, luego de realizar un filtro de los registros duplicados y tras construir la base de datos consolidada, se llevó a cabo una ponderación de las unidades espaciales acotadas por las subzonas hidrográficas definidas por la zonificación hidrológica propuesta por el IDEAM para todo el territorio nacional. A tal efecto, se establecieron cuatro (4) categorías de sensibilidad ambiental en función del número de puntos de captación de agua subterránea identificados al interior de cada subzona hidrográfica, como se expone en la Tabla 14 y Figura 14: Tabla 14. Definición de categorías de sensibilidad ambiental a partir del estado de la demanda del recurso hídrico subterráneo. <table><tr><th>Categoría</th><th>Número de captaciones</th></tr><tr><td>Muy alto</td><td>1680-2047</td></tr><tr><td>Alto</td><td>1260-1680</td></tr><tr><td>Moderado</td><td>840-1260</td></tr><tr><td>Bajo</td><td>420-840</td></tr><tr><td>Muy bajo</td><td>1-420</td></tr><tr><td>Sin información</td><td>0</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2023	Categoría	Número de captaciones	Muy alto	1680-2047	Alto	1260-1680	Moderado	840-1260	Bajo	420-840	Muy bajo	1-420	Sin información	0
Categoría	Número de captaciones														
Muy alto	1680-2047														
Alto	1260-1680														
Moderado	840-1260														
Bajo	420-840														
Muy bajo	1-420														
Sin información	0														

Figura 14. Categorización del criterio Estado de la demanda del recurso hídrico subterráneo.



Fuente: ANLA, 2024

Se define como criterio de tipo amenaza ya que indica el potencial desabastecimiento del recurso hídrico subterráneo de acuerdo con la demanda de este por Subzona Hidrográfica.

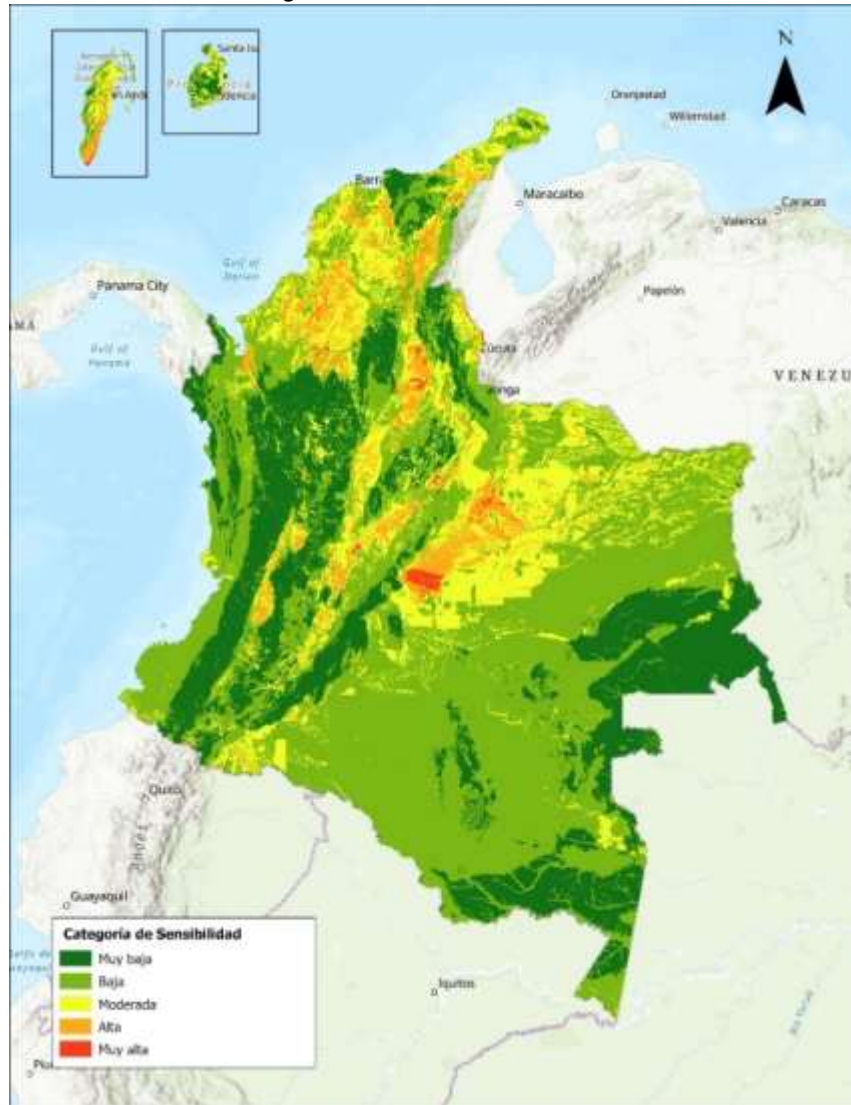
C. CAPA DE SENSIBILIDAD HÍDRICA SUBTERRÁNEA

Finalmente, se adelantó un ejercicio de álgebra de mapas, con la intención de correlacionar las capas que resultaron del desarrollo de cada uno de los criterios de análisis previamente descritos, para obtener, de este modo, la capa espacial que representa la sensibilidad específica del componente hídrico subterráneo a nivel nacional, la cual se ilustra en la siguiente figura. Frente a lo anterior, es de relevancia destacar que se definieron distintos pesos a las capas parciales o intermedias de análisis, con base en el nivel de certidumbre estimado de los resultados conseguidos para cada criterio de evaluación. En este orden de ideas, la formulada planteada para efectuar el ejercicio de álgebra de mapas es la siguiente:

$$SA_{H\text{SUB}} = (\text{CRITERIO 1} \cdot 0.25 + \text{CRITERIO 2} \cdot 0.25) + (\text{CRITERIO 3} \cdot 0.25 + \text{CRITERIO 4} \cdot 0.25)$$

El mapa resultante se ilustra en la **Figura 15**.

Figura 15. Sensibilidad Hídrico Subterráneo 2024.



Fuente: ANLA, 2024

Tabla 15. Categorías de criticidad definidas para los criterios seleccionados – componente hídrico subterráneo

Valor	Categoría de criticidad	Zonas potenciales de recarga de aguas subterráneas	Fuentes potenciales de contaminación	Mapa de permeabilidades de Colombia	Estado de la demanda del recurso hídrico subterráneo	Interpretación final
Criterio de cruce		Suma ponderada (Etapa 1)				
5	Muy Alta	Potencial de recarga muy alto	Zonas con agricultura y presencia de proyectos potencialmente contaminantes, de acuerdo con las categorías presentada en Sensibilidad del Licenciamiento para cada subsector	-	Entre 1680 y 2047 captaciones de agua subterránea registradas en la Subzona Hidrográfica	La presión sobre el recurso hídrico subterráneo es muy alta debido a: muy alto potencial de recarga; zonas con agricultura y presencia de proyectos potencialmente contaminantes de muy alta criticidad; y/o muy alta demanda en función del número de captaciones en la SZH.
4	Alta	Potencial de recarga alto	Presencia de proyectos potencialmente contaminantes, de acuerdo con las categorías presentada en Sensibilidad del Licenciamiento para cada subsector	Acuífero con permeabilidad intergranular	Entre 1260 y 1680 captaciones de agua subterránea registradas en la Subzona Hidrográfica	La presión sobre el recurso hídrico subterráneo es alta debido a: alto potencial de recarga; presencia de proyectos potencialmente contaminantes de alta criticidad; acuíferos con permeabilidad intergranular; y/o alta demanda en función del número de captaciones en la SZH.
3	Moderada	Potencial de recarga moderado	Zonas con centros urbanos y presencia de proyectos potencialmente contaminantes, de acuerdo con las categorías presentada en Sensibilidad del Licenciamiento para cada subsector	Acuífero con permeabilidad a través de fracturas	Entre 840 y 1260 captaciones de agua subterránea registradas en la Subzona Hidrográfica	La presión sobre el recurso hídrico subterráneo es moderada debido a: moderado potencial de recarga; zonas con centros urbanos y presencia de proyectos potencialmente contaminantes de moderada criticidad; acuíferos con permeabilidad a través de fracturas; y/o moderada demanda en función del número de captaciones en la SZH.
2	Baja	Potencial de recarga bajo	Presencia de proyectos potencialmente contaminantes, de acuerdo con las categorías presentada en Sensibilidad del Licenciamiento para cada subsector	Acuitardo	Entre 420 y 840 captaciones de agua subterránea registradas en la Subzona Hidrográfica	La presión sobre el recurso hídrico subterráneo es baja debido a: bajo potencial de recarga; presencia de proyectos potencialmente contaminantes de moderada criticidad; presencia de unidades acuitardas; y/o baja demanda en función del número de captaciones en la SZH.
1	Muy Baja	Potencial de recarga muy bajo	-	Acuífugo	Entre 1 y 420 captaciones de agua subterránea registradas en la Subzona Hidrográfica	La presión sobre el recurso hídrico subterráneo es muy baja debido a: muy bajo potencial de recarga; presencia de unidades acuífugas; y/o muy baja demanda en función del número de captaciones en la SZH.
Algebra de mapas			Etapa 1			

IV. SENSIBILIDAD COMPONENTE ATMOSFÉRICO

La sensibilidad atmosférica comprende el análisis de cinco (5) criterios: niveles de concentración de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), velocidad media de viento, precipitación total anual, densidad poblacional y las zonas declaradas áreas fuente de contaminación por autoridades ambientales.

Específicamente, para convertir los datos puntuales de cada variable temática a un campo continuo se aplicó el método geostatístico de interpolación IDW, el cual permite estimar los valores de una variable en lugares no muestreados utilizando la información proporcionada por la muestra, conservando el valor definido en los puntos muestreados.

En cuanto al impacto ambiental de las emisiones sonoras sobre las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (AICAS), entre otros ecosistemas sensibles al cambio acústico, se realiza su abordaje en la sección correspondiente al medio biótico, teniendo en cuenta que este tema contempla aspectos como el ahuyentamiento, la pérdida de sitios de anidación, el estrés en los individuos, entre otros. A continuación, se presenta la fuente de la información y categorización de las diferentes variables temáticas utilizadas en el análisis de sensibilidad del componente atmosférico:

Criterio 1. Concentración de material particulado																			
Tipo: Amenaza																			
Estado de actualización: año 2023																			
Temporalidad de actualización proyectada: Anual																			
Definición del criterio	La concentración de material particulado es generada teniendo en cuenta el conjunto de datos de reanálisis global de composición atmosférica producido por el Servicio de Monitoreo de la Atmósfera de Copernicus (CAMS)² para el año 2023 y los promedios anuales de concentración de material particulado medidos en las estaciones de los Sistemas de Vigilancia de Calidad de Aire fijos para el año 2023³ con una representatividad temporal para un año mayor al 75 %, ya que este es un criterio de validación establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire⁴. Una vez generada la superficie continua con los datos de concentración, tanto para PM₁₀ como para PM_{2.5}, se reclasifica según lo establecido en la Tabla 16 y Tabla 17 respectivamente, rangos que fueron establecidos teniendo en cuenta los criterios de clasificación, de acuerdo con las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2021. Tabla 16. Caracterización de la concentración de PM₁₀ <table><tr><th>Categoría</th><th>Rango (µg/m³)</th><th>Escala</th></tr><tr><td>Muy Alta</td><td>> 50</td><td>5</td></tr><tr><td>Alta</td><td>30 – 50</td><td>4</td></tr><tr><td>Media</td><td>20 – 30</td><td>3</td></tr><tr><td>Baja</td><td>15 – 20</td><td>2</td></tr><tr><td>Muy Baja</td><td>< 15</td><td>1</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2024	Categoría	Rango (µg/m³)	Escala	Muy Alta	> 50	5	Alta	30 – 50	4	Media	20 – 30	3	Baja	15 – 20	2	Muy Baja	< 15	1
Categoría	Rango (µg/m³)	Escala																	
Muy Alta	> 50	5																	
Alta	30 – 50	4																	
Media	20 – 30	3																	
Baja	15 – 20	2																	
Muy Baja	< 15	1																	

² Inness, A, Ades, M, Agustí-Panareda, A, Barré, J, Benedictow, A, Blechschmidt, A, Dominguez, J, Engelen, R, Eskes, H, Flemming, J, Huijnen, V, Jones, L, Kipling, Z, Massart, S, Parrington, M, Peuch, V-H, Razinger M, Remy, S, Schulz, M and Suttie, M (2019): CAMS global reanalysis (EAC4). Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accedido el 15-11-2024), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/datasets/cams-global-reanalysis-eac4?tab=overview>

³ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Subsistema de Información Sobre Calidad del Aire - SISAIRe. [en línea]. 2023. [citado el 15-11-2024]. Disponible en Internet: <http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/>

⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT). Resolución 2154 del 2 de noviembre de 2010 "Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones".

	Tabla 17. Caracterización de la concentración de PM2.5		
	Categoría	Rango (µg/m³)	Escala
	Muy Alta	> 25	5
	Alta	15 – 25	4
	Media	10 – 15	3
	Baja	5 – 10	2
	Muy Baja	< 5	1
Fuente: ANLA, 2024			
	Posteriormente, la escala de la capa de material particulado corresponde al máximo obtenido entre las categorías resultantes de PM ₁₀ y PM _{2.5} .		
	Material particulado = Máximo (PM₁₀, PM_{2.5})		
	El criterio se clasifica como una amenaza, ya que determina los niveles de concentración de material particulado de PM ₁₀ y PM _{2.5} , siendo estos los principales contaminantes criterio en términos de calidad del aire y que establecen el grado de afectación del aire ambiente sobre la salud y el bienestar humano.		
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco del licenciamiento ambiental, tanto en los procesos de evaluación como de seguimiento de los proyectos, se considera que este criterio brinda alertas sobre las áreas del país que presentan concentraciones altas de material particulado. De igual forma, permite establecer el estado actual o línea base de los niveles de concentración de PM ₁₀ y PM _{2.5} , siendo posible identificar aquellas zonas de alta concentración donde sea necesario realizar un mayor control o un planteamiento adicional de las medidas de manejo ambiental que logren minimizar o disminuir el impacto a la calidad del aire, o que incluso, se limiten los permisos de emisiones atmosféricas.		
Criterio 2. Velocidad media del viento			
Tipo: Vulnerabilidad			
Estado de actualización: año 2023			
Temporalidad de actualización proyectada: Anual			
Definición del criterio	La velocidad del viento constituye un parámetro meteorológico importante en la calidad del aire, puesto que este puede determinar la magnitud de la dispersión de los contaminantes atmosféricos. En ese sentido, una mayor velocidad del viento implica una mayor dispersión del contaminante disminuyendo los niveles de concentración, especialmente en el material particulado PM ₁₀ y PM _{2.5} . La información de velocidad de viento es tomada de la modelación numérica de tiempo y clima realizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) con el modelo Weather Research and Forecasting (WRF) ⁵ . Estos datos de velocidad del viento del año 2023 se reclasifican según lo indicado en la Tabla 18 , rangos que fueron establecidos teniendo en cuenta la escala Beaufort ⁶ .		

⁵ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). WRF Colombia. [en línea]. 2023. [citado el 15-11-2024]. Disponible en Internet: http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/new_modelo/WRF00COLOMBIA/tif/

⁶ ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDAL (OMM). Guía de Instrumentos meteorológicos y métodos de observación - OMM-Nº8. Suiza: OMM, 2014.

	<table><tr><th colspan="3">Tabla 18. Categorización de la velocidad del viento.</th></tr><tr><th>Categoría</th><th>Rango (m/s)</th><th>Escala</th></tr><tr><td>Muy Alta</td><td>< 0.2</td><td>5</td></tr><tr><td>Alta</td><td>0.2 – 1.5</td><td>4</td></tr><tr><td>Media</td><td>1.5 – 3.3</td><td>3</td></tr><tr><td>Baja</td><td>3.3 – 5.4</td><td>2</td></tr><tr><td>Muy Baja</td><td>> 5.4</td><td>1</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2024 El criterio se clasifica como vulnerabilidad, ya que representa el comportamiento de la velocidad del viento que depende netamente de las condiciones meteorológicas de cada zona. Aquellas zonas donde se presenten eventos de bajas velocidades de viento, los niveles de concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} tenderán a incrementarse afectando negativamente la calidad del aire.	Tabla 18. Categorización de la velocidad del viento.			Categoría	Rango (m/s)	Escala	Muy Alta	< 0.2	5	Alta	0.2 – 1.5	4	Media	1.5 – 3.3	3	Baja	3.3 – 5.4	2	Muy Baja	> 5.4	1
Tabla 18. Categorización de la velocidad del viento.																						
Categoría	Rango (m/s)	Escala																				
Muy Alta	< 0.2	5																				
Alta	0.2 – 1.5	4																				
Media	1.5 – 3.3	3																				
Baja	3.3 – 5.4	2																				
Muy Baja	> 5.4	1																				
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco del licenciamiento ambiental, tanto en los procesos de evaluación como de seguimiento de los proyectos, se considera que este criterio brinda información sobre las áreas del país que presentan menores o mayores procesos de dispersión de contaminantes. A nivel de evaluación y de seguimiento, permite verificar las condiciones de viento en los modelos de dispersión de contaminantes y sus probables impactos en el área de estudio.																					
Criterio 3. Precipitación total acumulada anual																						
Tipo: Vulnerabilidad																						
Estado de actualización: años 2005 a 2020																						
Temporalidad de actualización proyectada: Cada 5 años																						
Definición del criterio	La precipitación acumulada representa otro parámetro meteorológico importante en la calidad del aire, ya que se asocia con la deposición de los contaminantes atmosféricos al suelo, también denominado lavado atmosférico. Ante ello, una mayor precipitación, disminuye los niveles de concentración de los compuestos o partículas contaminantes. En precipitación se descargan los datos diarios de precipitación acumulada de las estaciones pertenecientes a la red hidrometereológica del IDEAM⁷ con registros desde el año 2005 hasta el año 2020, y en donde la información contara con más del 80 % de datos diarios disponibles en dicho rango de tiempo. Bajo estos criterios, se obtuvo información de 1187 estaciones en todo el territorio nacional. Considerando los eventos de variabilidad climática asociados con los fenómenos "el Niño" y su fase opuesta "la Niña", presentan ciclos de estudios de cada 10 años⁸, se establece que la frecuencia de actualización de este criterio es de cada cinco (5) años para evidenciar los cambios en la representatividad de la precipitación acumulada. Con los datos diarios acumulados de precipitación obtenidos para cada de las estaciones se calcula el dato acumulado de precipitación mensual y finalmente el acumulado anual por estación, estos últimos datos son los que se utilizan para la generación de la superficie																					

⁷ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Sistema de Información para la Gestión de Datos de Hidrología y Meteorología – DHIME. [en línea]. 2021. [citado el 15-11-2024]. Disponible en Internet: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

⁸ Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M. et al. Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. Nature Clim Change 4, 111–116 (2014). <https://doi.org/10.1038/nclimate2100>

	continua que posteriormente se reclasifica utilizando los rangos indicados en la Tabla 19, los cuales están basados en la clasificación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Tabla 19. Caracterización de la precipitación total acumulada anual. <table><tr><th>Categoría</th><th>Rango (mm)</th><th>Escala</th></tr><tr><td>Muy Alta</td><td>< 200</td><td>5</td></tr><tr><td>Alta</td><td>200 – 500</td><td>4</td></tr><tr><td>Media</td><td>500 – 1000</td><td>3</td></tr><tr><td>Baja</td><td>1000 – 2000</td><td>2</td></tr><tr><td>Muy Baja</td><td>> 2000</td><td>1</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2024 El criterio se clasifica como vulnerabilidad, ya que representa el comportamiento de la precipitación que depende netamente de las condiciones meteorológicas de cada zona. Aquellas zonas donde se presenten eventos de bajas precipitaciones, los niveles de concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} tenderán a incrementarse afectando negativamente la calidad del aire.	Categoría	Rango (mm)	Escala	Muy Alta	< 200	5	Alta	200 – 500	4	Media	500 – 1000	3	Baja	1000 – 2000	2	Muy Baja	> 2000	1
Categoría	Rango (mm)	Escala																	
Muy Alta	< 200	5																	
Alta	200 – 500	4																	
Media	500 – 1000	3																	
Baja	1000 – 2000	2																	
Muy Baja	> 2000	1																	
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco del licenciamiento ambiental, se considera que este criterio brinda información sobre las áreas del país que presentan menores o mayores precipitaciones en donde al análisis de calidad de aire debe correlacionarse con esta variable. A nivel de evaluación, este criterio puede establecer aquellas zonas donde se registran bajas precipitaciones que aumentarían la sensibilidad frente a potenciales emisiones de contaminantes atmosféricos, al reducirse el efecto del fenómeno de deposición. A nivel de seguimiento, contribuye a analizar la existencia y efecto del fenómeno de deposición en los niveles de concentración de PM₁₀ y PM_{2.5} registradas y reportadas por los proyectos en el marco del Plan de Seguimiento y Monitoreo.																		
Criterio 4. Densidad poblacional																			
Tipo: Vulnerabilidad																			
Estado de actualización: 2018																			
Temporalidad de actualización proyectada: depende de la actualización del DANE																			
Definición del criterio	La densidad poblacional se obtiene del servicio de descarga de datos geográficos correspondientes a los niveles de información del Marco Geoestadístico Nacional (MGN) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Específicamente, se consultó la capa geográfica denominada “Grilla 1km2 Vihope”⁹, correspondiente a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) de 2018, el cual cubre la totalidad del territorio colombiano. Posteriormente, los datos de población se reclasifican según lo establecido en la Tabla 20.																		

⁹ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Censo Nacional de Población y Vivienda-CNPV 2018. [en línea]. 2018. [citado el 15-11-2024]. <https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/visor-descarga-geovisores/>

	<table><tr><th colspan="3">Tabla 20. Categorización de la densidad poblacional.</th></tr><tr><th>Categoría</th><th>Rango (hab/km²)</th><th>Escala</th></tr><tr><td>Muy Alta</td><td>> 10000</td><td>5</td></tr><tr><td>Alta</td><td>1000 – 10000</td><td>4</td></tr><tr><td>Media</td><td>100 – 1000</td><td>3</td></tr><tr><td>Baja</td><td>10 – 100</td><td>2</td></tr><tr><td>Muy Baja</td><td>< 10</td><td>1</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2024 El criterio se clasifica como vulnerabilidad, ya que representa la cantidad de habitantes en un área de 1 km² que puede verse afectada en su salud y bienestar por la exposición a los niveles de contaminación del material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente.	Tabla 20. Categorización de la densidad poblacional.			Categoría	Rango (hab/km²)	Escala	Muy Alta	> 10000	5	Alta	1000 – 10000	4	Media	100 – 1000	3	Baja	10 – 100	2	Muy Baja	< 10	1
Tabla 20. Categorización de la densidad poblacional.																						
Categoría	Rango (hab/km²)	Escala																				
Muy Alta	> 10000	5																				
Alta	1000 – 10000	4																				
Media	100 – 1000	3																				
Baja	10 – 100	2																				
Muy Baja	< 10	1																				
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco del licenciamiento ambiental, se considera que este criterio brinda información sobre las áreas del país que presentan menor o mayor población sensible a la contaminación atmosférica, donde una mayor densidad poblacional implica un mayor potencial o cantidad de receptores sensibles. A nivel de evaluación, permite identificar las áreas donde existe una mayor población y establecer límites de operación de los proyectos o implementar medidas de manejo ambiental que controlen y registren permanentemente los niveles de concentración en las áreas pobladas. A nivel de seguimiento, es posible determinar la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad del aire con el fin de realizar los análisis de cumplimiento normativo; todo ello enmarcado en el Plan de Seguimiento y Monitoreo.																					
Criterio 5. Área fuente																						
Tipo: Amenaza																						
Estado de actualización: 2021																						
Temporalidad de actualización proyectada: depende de las actualizaciones de las autoridades ambientales y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)																						
Definición del criterio	A las zonas con clasificación de áreas fuente de contaminación del aire de que trata el artículo 2.2.5.1.10.4 del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 se les asigna una calificación de sensibilidad para el componente atmosférico Muy alta. A continuación, se listan las áreas fuente declaradas. SDA: Decreto 623 del 26 de diciembre de 2011, por medio del cual se clasifican las áreas-fuente de contaminación ambiental Clase I, II y III de Bogotá, D.C., y se dictan otras disposiciones. AMVA: Acuerdo Metropolitano 16 del 6 de diciembre de 2017, por el cual se adopta el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de Aburra – PIGECA y se dictan otras determinaciones. CORPOCESAR: Resolución 0071 del 2 de febrero de 2021, por la cual se deroga la Resolución 0335 de 2011, se reclasifican las áreas – fuente de contaminación en la zona Carbonífera del Cesar y se adoptan otras determinaciones. El criterio se considera como amenaza, ya que representa las áreas o zonas del país en donde se registran elevados niveles de concentración del material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}																					

	que impactan negativamente en la calidad del aire ambiente, y por tanto, la salud y el bienestar humano.
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco del licenciamiento ambiental, se considera que este criterio brinda información sobre las áreas del país que presentan áreas fuentes normalizadas, en donde el otorgamiento de nuevos permisos de emisiones debe ser restringido o condicionado.

Una vez se tienen categorizadas las variables temáticas, se les asignó un peso por capa en donde Material Particulado (MP) y Densidad Poblacional (DP) tienen un peso de dos (2) cada uno; esto debido a que las concentraciones de material particulado (MP) son un indicador directo del estado de la calidad del aire y para DP son las áreas con mayor cantidad de receptores sensibles. Por otro lado, a las capas Velocidad Media de Viento (VMV) y Precipitación Total Anual (PTA) se les asignó un peso de uno (1), debido a que estas variables inciden en los resultados de las concentraciones de MP y la afectación de este depende la población receptora que está definida en la capa DP. Teniendo en cuenta lo anterior se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Sensibilidad Atmosférica} = \frac{(2 \times PM) + (1 \times VMV) + (1 \times PTA) + (2 \times DP)}{6}$$

Para el ejercicio descrito previamente, se exceptúan las zonas declaradas como áreas fuente, donde la calificación será siempre Muy Alta – Categoría 5. Este análisis se desarrolla usando herramientas de sistemas de información geográfica que permitan manejar capas en formato ráster y realizar álgebra de mapas. Finalmente, la calificación de la sensibilidad atmosférica está dada por cinco categorías tal como se indica en la **Tabla 21**.

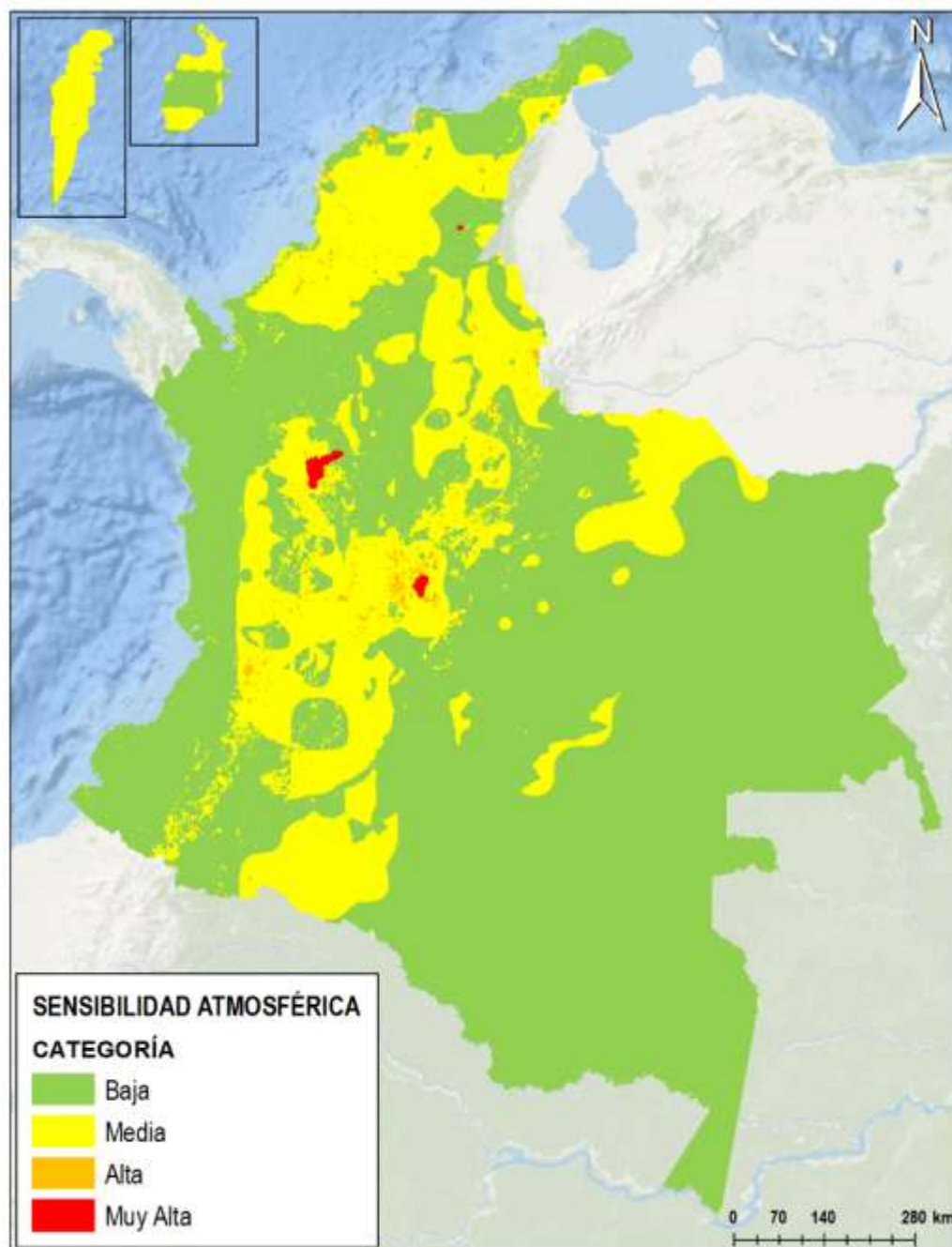
Tabla 21. Caracterización de la sensibilidad atmosférica.

Valor	Categoría de criticidad	Concentración PM ₁₀ (µg/m³)	Concentración PM _{2.5} (µg/m³)	Velocidad del viento (m/s)	Precipitación (mm)	Densidad poblacional (hab/km²)	Presencia de área fuente
5	Muy Alta	> 50	> 25	< 0.2	< 200	> 10000	Si
4	Alta	30 - 50	15 - 25	0.2 - 1.5	200 - 500	1000 - 10000	N/A
3	Media	20 - 30	10 - 15	1.5 - 3.3	500 - 1000	100 - 1000	N/A
2	Baja	15 - 20	5 - 10	3.3 - 5.4	1000 - 2000	10 - 100	N/A
1	Muy Baja	< 15	< 5	> 5.4	> 2000	< 10	N/A

Fuente: ANLA, 2024

A continuación, en la **Figura 16** se presenta el resultado del ejercicio de actualización para la vigencia del año 2024 según la metodología descrita anteriormente.

Figura 16. Sensibilidad atmosférica 2024.



Fuente: ANLA, 2024



V. SENSIBILIDAD COMPONENTE GEOTÉCNICO

La capa de sensibilidad ambiental para el componente geotécnico se desarrolló a partir del criterio experto de los profesionales en las áreas de geotecnia, geología y sistemas de información geográfica de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales de la ANLA, tomando como base el Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa, realizado por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en el año 2017 a escala 1:100.000.

El presente capítulo reúne los aspectos más relevantes sobre los criterios que fueron tenidos en cuenta por el SGC para la elaboración del Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa y el modelo de zonificación, insumo base para la definición de la sensibilidad geotécnica.

En este ejercicio, el SGC hace una primera revisión de información y generación de insumos con el objetivo de generar el Mapa de Susceptibilidad y, posteriormente, el de Amenaza Relativa. Estas dos etapas se denominarán Criterio 1 y Criterio 2, respectivamente, y hacen referencia a los factores condicionantes y a los detonantes. A continuación, se describen los criterios definidos para el análisis de sensibilidad geotécnica.

Criterio 1. Mapa de susceptibilidad	
Tipo: Amenaza	
Estado de actualización: Basado en Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa y memorias explicativas (SGC, 2017).	
Temporalidad de actualización proyectada: Según la actualización del Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa y de guías metodológicas relacionadas con la elaboración de mapas de amenaza.	
Definición del criterio	El Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa usa, en primera instancia, cuatro (4) condicionantes para definir el modelo de susceptibilidad; estos son la geología, la geomorfología, los suelos edáficos y las coberturas de tierras, en tanto son considerados como influyentes en la generación de movimientos en masa. A continuación, se resumen tales aspectos de acuerdo con lo consignado en el documento “Las Amenazas por movimientos en masa en Colombia – Una visión a escala 1:100.000” (SGC, 2017). A. Variable Geología: En aras de brindar una información pertinente para la zonificación de la susceptibilidad a los movimientos en masa, la caracterización geológica contempla elementos básicos de las propiedades y características de las unidades litológicas y la densidad de fracturamiento en el territorio; dentro de las características de las unidades se tuvo en cuenta la fábrica/textura y la resistencia. Por su parte, para depósitos no consolidados se evaluó el ambiente de formación, tipo de material, posición topográfica, dinámica y condiciones de estabilidad. Este factor tuvo un peso del 15% en la elaboración del Mapa de Susceptibilidad. B. Variable Geomorfología: En el marco del ejercicio de zonificación de la susceptibilidad a los movimientos en masa, se abordó de forma tanto cualitativa como cuantitativa las relaciones geométricas de la superficie del terreno, las causas y procesos relacionados con el génesis de las geoformas, los movimientos en masa presentes en la zona, y los depósitos o unidades de suelos transportados. En otras palabras, se evaluó la morfometría, morfogénesis y morfodinámica. Esta variable es la de mayor peso porcentual en la determinación del Mapa de Susceptibilidad, representado en un 50%.



	C. Variable Suelos edáficos: Con el fin de conocer la capacidad y respuesta del suelo a las dinámicas de las coberturas vegetales, incidencias climáticas y la intervención humana, se evalúa la textura, la taxonomía, el drenaje natural, la profundidad y la arcilla o mineralogía presente en este. Esto buscando hacer énfasis en la posibilidad de deterioro y movimientos del suelo, y así estimar la susceptibilidad de este a movimientos en masa. El porcentaje de incidencia de esta variable en el Mapa de Susceptibilidad es del 20% D. Variable cobertura de la tierra: La importancia de este factor radica en que los cambios en la cobertura contribuyen a la aparición de distintos procesos a nivel ecosistémico, hidrológico y de relieve, haciendo más propensa la ocurrencia de movimientos en masa, flujos, avalanchas, entre otros; entonces, el estudio de esta variable tiene en cuenta atributos de profundidad reticular, drenaje profundo, evapotranspiración y número de estrato. El peso porcentual de esta variable en el cálculo de la susceptibilidad es del 15%. Se considera este un criterio de amenaza, en tanto representa los factores que pueden conllevar a la generación de movimientos en masa.
Implicaciones en el marco del licenciamiento	Este criterio permite la identificación de las zonas con mayor probabilidad a la ocurrencia de movimientos en masa de acuerdo con las propiedades intrínsecas del terreno, por lo que ha de ser de utilidad para dar alertas con relación al área de influencia y ejecución de los distintos proyectos que son competencia de esta Autoridad, tanto en la fase de evaluación como de seguimiento de estos.

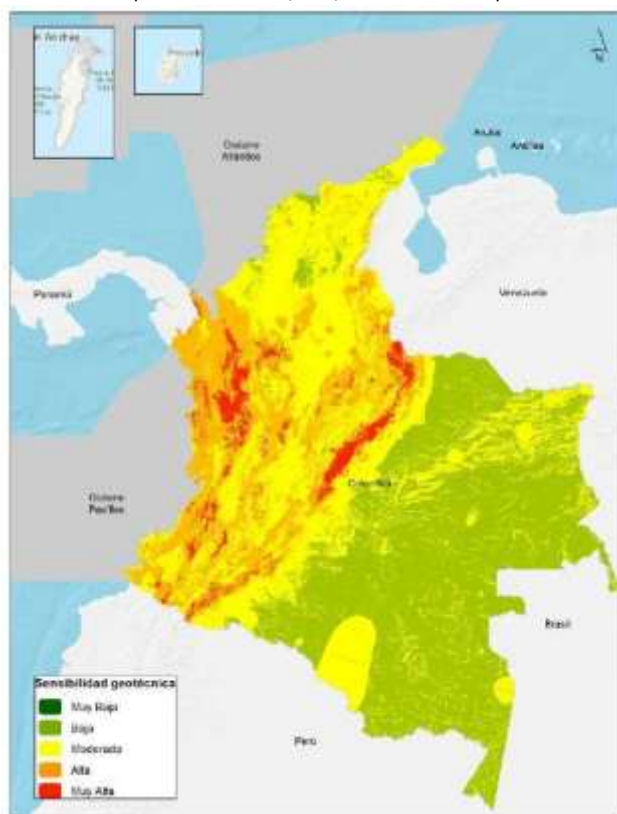
Criterio 2. Mapa de amenaza relativa	
Tipo: Amenaza	
Estado de actualización: Basado en Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa y memorias explicativas (SGC, 2017).	
Temporalidad de actualización proyectada: Según la actualización del Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa y de guías metodológicas relacionadas con la elaboración de mapas de amenaza.	
Definición del criterio	En la zonificación de la amenaza relativa por movimientos en masa se tuvieron en cuenta dos factores detonantes principales: clima y sismo. A continuación, se exponen tales factores, de acuerdo con lo consignado en el documento “Las Amenazas por movimientos en masa en Colombia – Una visión a escala 1:100.000” (SGC, 2017)¹⁰. A. Detonante clima: A partir de la relación existente entre los movimientos en masa con la lluvia y el clima, se aborda este detonante a partir de tres premisas: ✓ Las precipitaciones y temperaturas medias anuales se encuentran relacionadas con el contenido de humedad en el suelo, de forma directa con las primeras e inversa con las segundas en favor de la generación de movimientos en masa. ✓ A mayor valor de lluvia máxima diaria, aumenta la saturación y existe una mayor probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa. ✓ En relación con el punto anterior, los valores de humedad antecedentes se relacionan con las precipitaciones máximas diarias de forma directamente proporcional para propiciar la generación de movimientos en masa.

¹⁰ Servicio Geológico Colombiano (2017). Las Amenazas por movimientos en masa en Colombia – Una visión a escala 1:100.000. Bogotá D.C.

	B. Detonante sismo: La posición tectónica del territorio colombiano y su larga evolución geológica, dada por el choque de tres placas tectónicas mayores entre sí, han dado origen a deformaciones de la corteza continental, actividad volcánica y muy fuerte actividad sísmica que pueden ser causales de la ocurrencia de movimientos en masa. En este sentido, se evalúa este detonante a partir de los valores de aceleración máxima del terreno (PGA) de roca para un período de retorno de 475 años, de acuerdo con los resultados de la evaluación de la amenaza sísmica de Colombia, realizada por el entonces INGEOMINAS y la Universidad Nacional de Colombia en el 2010. Se considera un criterio de amenaza dado que representa los detonantes principales de movimientos en masa
Implicaciones en el marco del licenciamiento	Este criterio sirve como un referente de los niveles de probabilidad y amenaza por movimientos en masa en las áreas donde se adelantan trámites de licenciamiento ambiental de gran tamaño, generando alertas a partir de las características intrínsecas del terreno y las modificaciones potenciales al mismo por parte de los proyectos, obras y/o actividades, a partir de los distintos factores detonantes en el territorio nacional. En este mismo sentido, este criterio puede ser referido a proyectos en ejecución y que, por sus características, han transformado el terreno de la zona donde tienen lugar sus actividades.

En este sentido, los rangos de sensibilidad se obtienen a partir de los definidos en el Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa. Finalmente, se presenta la cartografía de la sensibilidad ambiental geotécnica (ver Figura 17):

Figura 17. Mapa de amenaza por PRM del SCG (2017) tomado como capa de sensibilidad geotécnica.



Fuente: SGC, 2017



Tabla 22. Categorías de criticidad definidas para los criterios seleccionados – componente geotécnico

Valor	Categoría de criticidad	Mapa de susceptibilidad	Mapa de amenaza relativa	Interpretación final
Criterio de cruce		Suma ponderada (Etapa 1)	Suma Ponderada (Etapa 2)	
5	Muy Alta	Condiciones de muy alta susceptibilidad de generar de movimientos en masa, basado en características geológicas, geomorfológicas, suelos edáficos y coberturas de la tierra.	Factores detonantes de movimientos en masa (clima y sismo) de muy alto grado de amenaza.	La sensibilidad sobre el componente geotécnico es muy alta debido a la presencia de condiciones de muy alta susceptibilidad de generación de movimientos en masa, en conjunto detonantes de muy alto grado de amenaza.
4	Alta	Condiciones de alta susceptibilidad de generar de movimientos en masa, basado en características geológicas, geomorfológicas, suelos edáficos y coberturas de la tierra.	Factores detonantes de movimientos en masa (clima y sismo) de alto grado de amenaza.	La sensibilidad sobre el componente geotécnico es alta debido a la presencia de condiciones de alta susceptibilidad de generación de movimientos en masa, en conjunto detonantes de alto grado de amenaza.
3	Moderada	Condiciones de moderada susceptibilidad de generar de movimientos en masa, basado en características geológicas, geomorfológicas, suelos edáficos y coberturas de la tierra.	Factores detonantes de movimientos en masa (clima y sismo) de moderado grado de amenaza.	La sensibilidad sobre el componente geotécnico es moderada debido a la presencia de condiciones de moderada susceptibilidad de generación de movimientos en masa, en conjunto detonantes de moderado grado de amenaza.
2	Baja	Condiciones de baja susceptibilidad de generar de movimientos en masa, basado en características geológicas, geomorfológicas, suelos edáficos y coberturas de la tierra.	Factores detonantes de movimientos en masa (clima y sismo) de bajo grado de amenaza.	La sensibilidad sobre el componente geotécnico es baja debido a la presencia de condiciones de baja susceptibilidad de generación de movimientos en masa, en conjunto detonantes de bajo grado de amenaza.
1	Muy Baja	Condiciones de muy baja susceptibilidad de generar de movimientos en masa, basado en características geológicas, geomorfológicas, suelos edáficos y coberturas de la tierra.	Factores detonantes de movimientos en masa (clima y sismo) de muy bajo grado de amenaza.	La sensibilidad sobre el componente geotécnico es muy baja debido a la presencia de condiciones de muy baja susceptibilidad de generación de movimientos en masa, en conjunto detonantes de bajo muy grado de amenaza.
Algebra de mapas		Etapa 1	Etapa 2	



VI. SENSIBILIDAD MEDIO BIÓTICO

Para la definición de la sensibilidad del medio biótico se tomaron como referencia las particularidades regionales en lo referente al tipo de biomas existentes (MADS, 2018), las unidades bióticas compartidas, las características específicas de las ecorregiones reconocidas por la Corporaciones Autónomas Regionales, las formaciones vegetales existentes (Rangel-Ch, 2011)⁹, las áreas de importancia ecológica como áreas protegidas y zonas con mayor potencial en la contribución de la conectividad funcional, las capas de bosque/ no bosque del IDEAM (2013- 2019) y la información de riqueza de especies disponible en los repositorios del IAvH (2013)¹¹

Una vez realizado un diagnóstico preliminar de los elementos con potencial de vulnerabilidad en cada una de las regiones, se procedió a verificar la información disponible a nivel nacional, como punto de referencia para establecer criterios que permitieran incluir la heterogeneidad de los elementos anteriormente mencionados y que potencialmente ayudarán a actualizar la información de sensibilidad asociada a las condiciones de mayor criticidad, según la particularidad de cada región en el marco del licenciamiento ambiental.

Como resultado de lo anterior, para el presente periodo, se procedió a la actualización de dos de los criterios trabajados en el año 2023 correspondientes a las capas de conectividad ecológica funcional, compensaciones en estado de evaluación y seguimiento. Por otro lado, se incluyó un nuevo criterio como complemento del ejercicio el cuál corresponde a los núcleos de deforestación identificados por el IDEAM año tras año a partir de boletines trimestrales. A continuación, se describen los criterios utilizados en la presente actualización y la justificación de su incorporación en la definición de la sensibilidad biótica por el licenciamiento ambiental y en los cuales se recoge gran parte de la vulnerabilidad identificada para el medio biótico a nivel regional para el ejercicio del año 2024.

Criterio 1. Áreas protegidas	
Tipo: Vulnerabilidad	
Estado de actualización: Incorporado en año 2023 para reemplazar criterio de representatividad.	
Temporalidad de actualización proyectada: Según la actualización de las capas de RUNAP y áreas complementarias para la conservación (KBA, AICA, AICOM, SICOM, RAMSAR, Zonas de amortiguamiento).	
Definición del criterio	Este criterio es considerado como referencia a las necesidades de conservación y de evaluación y seguimiento particulares, en áreas incluidas en el portafolio de conservación nacional, Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) y en áreas complementarias y de importancia a nivel mundial (Áreas de Importancia para la Conservación de Aves - AICA, Convención sobre los humedales - RAMSAR, Áreas Claves para la Biodiversidad - KBA) En este caso, se tomaron en cuenta las actualizaciones de las capas de RUNAP y áreas complementarias disponibles en (ver Tabla 23):

¹¹ Rangel-Ch, J. Colección Colombia Diversidad Biótica, 2011. Disponible en la URL:

http://www.colombiadiversidadbiotica.com/Sitio_web/LIBROS_DEL_I_AL_IV/Entradas/2011/3/28_COLOMBIA_DIVERSIDAD_BIOTICA_IV.html. Disponible en la URL:
<http://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/fb781283-c149-4c98-8dfd-96a51b2626ac>

Tabla 23. Criterio 1, áreas protegidas.

Capa	Descripción	Fuente
RUNAP	Límites de áreas protegidas en el Registro Único de Áreas Protegidas	Parques Nacionales Naturales – PNN, 2020. Registro Único de Áreas Protegidas – RUNAP en Colombia en Mapas en la URL https://www.colombiainmapas.gov.co/?e=-86.88181750976501,-4.565622878945726,-61.61326282227172,14.370688857190231,4686&b=igac&u=0&t=2&servicio=179
AICA	Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAs)	IAVH 2015. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAs). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. http://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/catalog_search#/metadata/09ee583d-d397-4eb8-99df-92bb6f0d0c4c
Sitios RAMSAR	Humedales designados como de importancia internacional bajo la Convención de Ramsar	MADS, 2018. Humedales RAMSAR de Colombia en SIAC en la URL https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/datasets/1f11ad7fa4fe4883a6733057561df2ea/about eyn Colombia en Mapas https://www.colombiainmapas.gov.co/?e=-79.76267688476692,-13.118637656311176,-68.73240344726983,22.87076376935445,4686&b=igac&u=0&t=2&servicio=818
AICOM	Áreas de Importancia para la Conservación de los Murciélagos	Barquez, R. M., L. F. Aguirre, J. M. Nassar, S. F. Burneo, C. A. Mancina y M. M. Díaz (Eds.). 2022. Áreas y sitios de importancia para la conservación de los murciélagos en Latinoamérica y el Caribe. RELCOM. Programa para la Conservación de los Murciélagos de Colombia en la URL https://www.recomlatinoamerica.net/%C2%BFqu%C3%A9-hacemos/conservacion/aicoms-sicoms.html
SICOM	Sitios de Importancia para la Conservación de los Murciélagos	
KBA	Key Biodiversity Areas - Áreas clave de biodiversidad	BirdLife International (2023) World Database of Key Biodiversity Areas. Developed by the KBA Partnership: BirdLife International, International Union for the Conservation of Nature, American Bird Conservancy, Amphibian Survival Alliance, Conservation International, Critical Ecosystem Partnership Fund, Global Environment Facility, Rewild, NatureServe, Rainforest Trust, Royal Society for the Protection of Birds, Wildlife Conservation Society and World Wildlife Fund. March 2023 version. Available at http://keybiodiversityareas.org/kba-data/request

Fuente: ANLA, 2023.

En este orden de ideas, los resultados incluyen una versión actualizada del estado de protección de los ecosistemas que se encuentran estratégicos dentro del esquema de áreas protegidas a nivel nacional y regional.

La escala de la información generada es de 1:100.000 ya que toma como referencia los datos a nivel nacional e internacional disponibles. La asignación de la sensibilidad por tipo de área protegida o por estrategia complementaria de conservación se observa en la

Tabla 24.

Tabla 24. Valores de criticidad de acuerdo con la categoría.

Criticidad	Fuente	Tipo de área
Muy alta	RUNAP	Parque Nacional Natural, Parques Naturales Regionales, Reservas Forestales Protectoras Nacionales, Reservas Forestales Protectoras Regionales, Reserva Natural, Santuario de Fauna, Santuario de Fauna y Flora, Santuario de Flora, Área Natural Única, Vía Parque.
	Áreas complementarias para conservación	Humedales RAMSAR
Alta	RUNAP	Reserva Natural de la Sociedad Civil, Áreas de recreación.
	Áreas complementarias para conservación	AICA, AICOM, SICOM, KBA.
	Zonas amortiguadoras reglamentadas	
Media	RUNAP	Distritos de Conservación de Suelos, Distritos Nacionales de Manejo Integrado, Distritos Regionales de Manejo Integrado

Fuente: ANLA, 2024

Se considera que las áreas protegidas son vulnerables debido a múltiples amenazas, tanto internas como externas. La deforestación, la fragmentación del hábitat y la expansión de actividades humanas, como la agricultura, la minería y el desarrollo urbano, pueden degradar estos ecosistemas y reducir su efectividad. Además, el cambio climático altera las condiciones ambientales, afectando la distribución de especies y aumentando la frecuencia de eventos extremos como incendios y sequías.

Implicaciones en el marco del licenciamiento

En el marco del licenciamiento ambiental, se considera que este criterio brinda alertas para el manejo del medio biótico desde dos abordajes

A nivel de evaluación: brinda información sobre la presencia de áreas importantes para la conservación, generando alertas respecto a la necesidad de consultar las fuentes del RUNAP para la verificación de zonificaciones de áreas protegidas y de la compatibilidad de las intervenciones planteadas con los objetivos de conservación de cada área. Para el caso de las áreas complementarias de conservación, si bien no existe vinculación jurídica adoptada a la fecha para el país, la identificación de estas dentro de la capa de sensibilidad si establece áreas que requieren un análisis técnico detallado respecto a los impactos generados sobre los valores objeto de conservación y/o sobre los hábitats que garantizan la conservación de los diferentes grupos de relevancia. Para este nivel, el criterio debe ser evaluado junto con la condición de amenaza, ya que áreas de importancia estratégica que se encuentren poco conservadas y que presenten altas tasa de transformación, son más



	vulnerables a los cambios generados por las acciones de licenciamiento ambiental que áreas con una tasa de transformación mínima, aun cuando tengan una categorización idéntica. A nivel de seguimiento: Permiten identificar áreas prioritarias para su inclusión dentro de figuras de conservación enmarcadas en los procesos de compensación del medio biótico y/o asociadas a diferentes obligaciones de los planes de manejo ambiental, donde se busque la conservación de elementos de flora y fauna claves tales como especies amenazadas, endémicas, en veda, entre otros.
--	---

Criterio 2. Ecosistemas en condición de amenaza																			
Tipo: Vulnerabilidad																			
Estado de actualización: Se mantiene en iguales condiciones al ejercicio de 2021 según la fuente original de la información.																			
Temporalidad de actualización proyectada: Según la actualización del ejercicio de lista roja de ecosistemas proyectada por los autores de la capa.																			
Definición del criterio	La fuente de información de este criterio se remite al informe sobre el Estado de los Ecosistemas Colombianos realizado por Etter et al. (2017), el cual incluye una evaluación del estado actual y de las condiciones de vulnerabilidad de los ecosistemas colombianos a nivel nacional, incorporando entre sus factores de evaluación elementos de análisis sobre el proceso de transformación generado durante los últimos 50 años, las proyecciones de transformación existentes a un escenario futuro del año 2040 y los pronósticos de degradación futura de componentes y procesos físicos y bióticos. También considera, los cambios o desplazamientos en los rangos de distribución de las especies de fauna y flora a causa del cambio climático. La escala de la información generada es de 1:100.000 ya que toma como referencia los datos de coberturas del año 2017 suministrados por el IDEAM. Los valores de criticidad según lista roja de ecosistemas se observan en la Tabla 25: Tabla 25. Valores de criticidad según la lista roja de ecosistemas. <table><tr><th>Criticidad</th><th>Valor en ráster</th><th>Lista roja de ecosistemas</th></tr><tr><td>Muy alta</td><td>5</td><td>Estado crítico (CR)</td></tr><tr><td>Alta</td><td>4</td><td>En peligro (EN)</td></tr><tr><td>Media</td><td>3</td><td>Vulnerable (VU)</td></tr><tr><td>Baja</td><td>2</td><td>Preocupación menor (LC)</td></tr><tr><td>Muy baja</td><td>1</td><td>Sin categoría de amenaza</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2020 Ecosistemas en estado crítico (CR): Ecosistemas localizados en áreas con alto reemplazo por coberturas antropogénicas, susceptibles a constante reducción de su extensión y aislamiento geográfico. En estos ecosistemas se percibe una pérdida de procesos ecológicos (mayor al 80%) tales como dispersión de semillas y polinización como consecuencia de su proceso de transformación. Entre las principales amenazas de estos	Criticidad	Valor en ráster	Lista roja de ecosistemas	Muy alta	5	Estado crítico (CR)	Alta	4	En peligro (EN)	Media	3	Vulnerable (VU)	Baja	2	Preocupación menor (LC)	Muy baja	1	Sin categoría de amenaza
Criticidad	Valor en ráster	Lista roja de ecosistemas																	
Muy alta	5	Estado crítico (CR)																	
Alta	4	En peligro (EN)																	
Media	3	Vulnerable (VU)																	
Baja	2	Preocupación menor (LC)																	
Muy baja	1	Sin categoría de amenaza																	



	ecosistemas se encuentran la degradación del suelo por erosión, el inadecuado uso del suelo, el riesgo de incendios y la ejecución de proyectos de infraestructura e hidrocarburos. Ecosistemas en peligro (EN): Ecosistemas que presentan condiciones que amenazan su integridad y su capacidad de proveer servicios a la sociedad, existiendo una pérdida del 30-50% de procesos ecológicos. Los factores que presentan una mayor amenaza para estos ecosistemas son la degradación del suelo por erosión y el inadecuado uso del suelo. Ecosistemas vulnerables (VU): Ecosistemas que actualmente exhiben un riesgo de colapso generado por la pérdida del 15-30% de los procesos ecológicos de dispersión de semillas y polinización, como consecuencia principalmente de actividades que promueven la degradación del suelo. Ecosistemas en preocupación menor (LC): Ecosistemas con procesos de transformación en curso que, aunque no se han generado de forma acelerada están iniciando a tener efectos sobre los procesos ecológicos. Se considera a los ecosistemas en condición de amenaza vulnerables, debido a la pérdida de resiliencia de estos, producto del impacto de factores como la fragmentación del hábitat, contaminación, cambio climático y sobreexplotación de recursos.
Implicaciones en el marco del licenciamiento	La categorización de amenaza de un ecosistema permite en el marco del licenciamiento ambiental priorizar acciones de manejo y recuperación en ecosistemas en Estado Crítico (CR) y/o En Peligro (EN), incluyendo dentro de estas la aprobación de áreas para compensación y la validación del estado de cumplimiento de las obligaciones impuestas por otras compensaciones (veda, aprovechamiento forestal en licencias antiguas, entre otros). En el marco de la evaluación, este criterio puede ser tomado en cuenta como referencia en la toma de decisiones sobre las extensiones de aprovechamiento forestal a otorgar y/o sobre las obligaciones a definir en el marco de la protección de posibles procesos bióticos por afectar y que deben ser validados con el análisis de servicios ecosistémicos desarrollado por los usuarios.

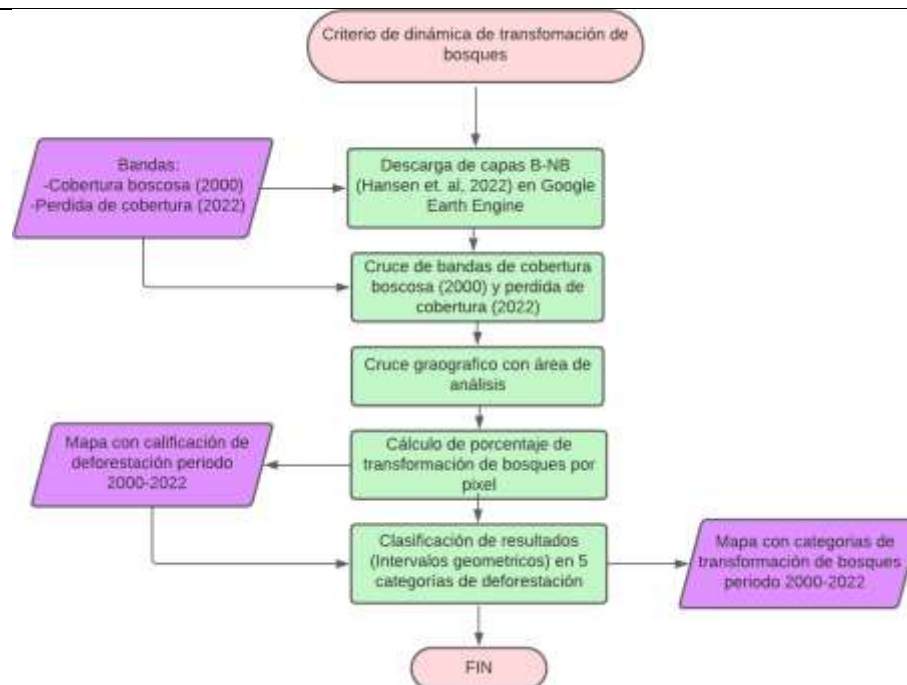
Criterio 3. Conectividad funcional potencial	
Tipo: Vulnerabilidad	
Estado de actualización: Actualizado para el ejercicio de 2024 según:	
a. modelaciones realizadas por ANLA en procesos de evaluación y seguimiento, a corte de noviembre de 2024.	
b. modelaciones de reportes de alertas, a corte de noviembre de 2024.	
c. Información secundaria Proyecto Sulu- WWF (2020), Panthera (2016) y PNUD (2020) (información que continúa del ejercicio de 2021)	
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, según modelaciones realizadas por grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo ANLA.	
Definición del criterio	Este criterio incluye la espacialización de las áreas fuente, áreas corredor y/o parches de hábitat identificados a nivel nacional y obtenidas de las siguientes fuentes: ✓ Payan, E., C, Soto, Ruiz- García, M., Nijhawan, S, J.F. González- Maya, Valderrama- Vásquez, C y Castaño- Uribe, C. Unidades de conservación, conectividad y calidad

	de hábitat de jaguar en Colombia. En: Medellín R, A. de la Torre, Zarza, H, C. Cuauhtémoc y Ceballos, G. 2016. El Jaguar en el siglo XXI. La perspectiva continental. UNAM. Instituto de Ecología. México. ✓ FAO. 2018. Modelación de las prioridades de conectividad para el Caribe 2030. Proyecto Conexión BioCaribe. Tejiendo Región. ✓ Corredores de conectividad entre áreas protegidas- IAvH (2018). Fuente: Areiza, A., Corzo, G., Castillo, S., Matallana, C. y C.A. Correa Ayram. (2018). Áreas protegidas regionales y reservas privadas: las protagonistas de las últimas décadas. En Moreno, L. A, Andrade, G. I. y Gómez, M.F. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. ✓ IDEAM et al. (2017) y Tavera (2020). Proyecto Sulu- WWF, 2020. ✓ PNUD (2020). Proyecto Amazonía Sostenible para la paz. Áreacorredor de conservación Jaguar y Veredas focalizadas para inventarios de palmas naturales. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Asociación Empresarial Campesinos del Yarí San Vicente del Caguán y Fundación Panthera Colombia. ✓ Análisis de conectividad realizados por el grupo de regionalización en el marco de la elaboración de los reportes de alertas. Fecha de corte: junio 2023. ✓ Análisis de conectividad realizados por el grupo de regionalización en el marco de la evaluación de proyectos con análisis de contexto regional. Fecha de corte: junio de 2023.												
Implicaciones en el marco del licenciamiento	La escala de la información generada es de 1:100.000 ya que toma como referencia los datos de coberturas del año 2017 suministrados por el IDEAM. Para algunos de los análisis realizados por el grupo de regionalización la fuente de información es a escala 1:25.000 y 1:10.000. El criterio de conectividad ecológica se actualizará cada año en regiones conforme se generan ejercicios de conectividad funcional adicionales. Una vez establecidos los criterios, se procedió a realizar la ponderación en formato ráster siguiendo las categorías de criticidad presentadas en la Tabla 26. Tabla 26. Categorías de criticidad definidas para los criterios seleccionados. <table><tr><th>Categoría de criticidad</th><th>Valor en ráster</th><th>Conectividad funcional potencial</th></tr><tr><td>Muy Alta</td><td>5</td><td>Área núcleo – núcleo corredor</td></tr><tr><td>Alta</td><td>4</td><td>Corredor de conectividad</td></tr><tr><td>Media</td><td>3</td><td>Parche de hábitat</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2020 Su inclusión como criterio en el marco del licenciamiento ambiental, obedece a la importancia de incorporar elementos de análisis referentes a posibles rutas de movilidad de fauna o posibles flujos de energía entre áreas de importancia estratégica identificadas a nivel regional, de tal manera que la toma de decisiones incluya la evaluación de los posibles efectos que pueden tener las intervenciones solicitadas sobre la fauna y la definición de nuevas medidas orientadas a fomentar la conectividad funcional del paisaje para las especies focales que se distribuyen en el territorio. En el marco del seguimiento, este criterio es de importancia en la validación de la recuperación de áreas objeto de obligaciones de compensación y en el monitoreo de la	Categoría de criticidad	Valor en ráster	Conectividad funcional potencial	Muy Alta	5	Área núcleo – núcleo corredor	Alta	4	Corredor de conectividad	Media	3	Parche de hábitat
Categoría de criticidad	Valor en ráster	Conectividad funcional potencial											
Muy Alta	5	Área núcleo – núcleo corredor											
Alta	4	Corredor de conectividad											
Media	3	Parche de hábitat											



	efectividad de las estrategias de mitigación de impacto definidas en la licencia y/o impuestas vía seguimiento. Este monitoreo permitirá, además, evaluar si se requieren acciones adicionales a las ya establecidas dentro del marco de un ejercicio de licenciamiento adaptativo y/o si, por el contrario, las acciones desarrolladas por los licenciarios son suficientes y pueden ser replicados en contextos regionales similares. Se considera a la conectividad funcional potencial un criterio vulnerable, debido al aumento en la fragmentación del paisaje y ecosistemas naturales, afectando la capacidad de mantener sus funciones y procesos, perdiendo así la capacidad de autoregulación.
Definiciones	✓ Parche de hábitat: Corresponde a fragmentos que, por sus características de tamaño, tipo de vegetación y localización espacial, ofrecen las condiciones aptas para el desarrollo de cierta especie dentro de una región. La definición de hábitat esta estrictamente ligada para la especie de análisis, toda vez que, cada especie tiene requerimientos de recursos diferentes relacionados con su tamaño, porte, grupo funcional, dieta, entre otros (Forman, 1986). ✓ Núcleo: Son fragmentos que por su ubicación estructural en el paisaje y por sus condiciones de tamaño, tipo de vegetación y forma, tienen una mayor disponibilidad de hábitat efectivo para el desarrollo de las especies, siendo nodos funcionalmente relevantes para el mantenimiento de las poblaciones dentro del paisaje (Forman, 1986). ✓ Corredor: Corresponden a parches de hábitat que por su localización en el espacio pueden llegar a ser rutas de movilidad efectivas para las poblaciones, permitiendo la conectividad entre áreas núcleo, hábitat y otros corredores (Bennett, 2003). ✓ Núcleo- Corredor: Son fragmentos que por su condición estructural y posición en el paisaje pueden cumplir la función de núcleo y corredor (Bennett, 2003).

Criterio 4. Dinámica de transformación de bosques	
Tipo: Amenaza	
Estado de actualización: Incorporado en 2021	
Temporalidad de actualización proyectada: Según información disponible en la capa de Hansen.	
Definición del criterio	Este criterio incorpora al ejercicio de sensibilidad biótica, el análisis sobre los puntos calientes de pérdida de cobertura boscosa para el periodo 2000- 2022, como complemento y actualización del análisis de transformación incluido en la lista de roja de ecosistemas. Para su desarrollo se llevó a cabo el siguiente esquema metodológico (Figura 18). Figura 18. Metodología análisis de transformación de bosques.



Fuente: ANLA, 2023

Los insumos que se utilizaron para elaborar la capa geográfica se presentan en la **Tabla 27**:

Tabla 27. Insumos del análisis de transformación de cobertura bosque.

Insumo	Escala/ Resolución	Fuente
Mapa de cobertura boscosa (2000) y pérdida de cobertura boscosa (2000-2022)	30 m	Hansen Global Forest Change v1.10 (2000-2022)
Límite nacional Colombia	1:100.000	IGAC (2020)

Fuente: ANLA, 2023

El detalle del procesamiento digital de cada capa se incluye en el Anexo 1, siendo necesario indicar que como producto del análisis realizado se generó una única capa resultante que incluía el grado de transformación de la cobertura de bosque, a partir de la cual se establecieron las categorías de sensibilidad definidas en la

Tabla 28.

Tabla 28. Categorías de sensibilidad definidas según la clasificación del criterio.

Categoría de sensibilidad	Valor campo "Value"	Descripción
Sin sensibilidad- Sin pérdida de bosque reportada	0	Bosque sin cambios (zonas que no se transformaron y mantuvieron la cobertura de bosque en las transiciones evaluadas).
Muy baja	1	Muy baja tasa de transformación de la cobertura de bosque
Baja	2	Baja tasa de transformación de la cobertura de bosque.
Media	3	Moderada tasa de transformación de la cobertura de bosque.

	Alta	4	Alta tasa de transformación de la cobertura de bosque.
	Muy alta	5	Muy alta tasa de transformación de la cobertura de bosque.
Fuente: ANLA, 2023			
La dinámica de transformación de bosques constituye una amenaza debido a la conversión acelerada de estos ecosistemas en áreas agrícolas, urbanas o industriales, lo cual reduce su capacidad para proveer servicios ecosistémicos esenciales como la regulación del clima, la protección del suelo y el mantenimiento de la biodiversidad.			
Implicaciones en el marco del licenciamiento	La incorporación de esta capa dentro del marco de análisis de la sensibilidad biótica para el licenciamiento ambiental se relaciona con la identificación de las áreas con mayor pérdida de cobertura boscosa y sobre las cuales se puede inferir mayor presión sobre las formaciones vegetales que deben ser objeto de análisis para permisos como el aprovechamiento forestal. La presencia de un proyecto en un sector con sensibilidad por este criterio requerirá dentro de la evaluación, la verificación de la identificación y correcta calificación de los impactos que existen sobre el medio y de la acumulación y sinergia que las actividades del proyecto pueden generar en los mismos. Igualmente, estas áreas deberán ser objeto de un manejo especial en el aprovechamiento forestal que se autorice, siendo deseable que se analice durante la evaluación de este permiso, los cambios multitemporales que los proyectos refieran y que se definan medidas de manejo y seguimiento, que garanticen el monitoreo de los efectos del proyecto sobre los bosques. Para seguimiento, la inclusión de este criterio dentro del análisis de contexto regional, permitirá tener en cuenta la dinámica de transformación sobre la cual se desarrolla un proyecto y verificar si existe coincidencia entre los puntos de intervención de los proyectos objeto de licenciamiento con las zonas calientes de deforestación y, sobre esto, verificar que las medidas de manejo y seguimiento sí estén aportando en la identificación del efecto del proyecto sobre estos focos de pérdida de cobertura.		

Criterio 5. Ecosistemas acuáticos	
Tipo: Riesgo	
Estado de actualización: Incorporado en 2021, actualizado a 2023	
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, de acuerdo con actualización de registros de especies migratorias, especies amenazadas y proyectos con impacto sobre la conectividad longitudinal.	
Definición del criterio	Este criterio busca incorporar como elementos de análisis de vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos, i) el impacto de grandes proyectos hidroeléctricos sobre la conectividad longitudinal en relación con especies de peces de migración mediana y ii) el número de especies acuáticas por categoría de amenaza. Para su espacialización, se tomó como unidad mínima de análisis, la subzona hidrográfica, según la zonificación y codificación de unidades hidrográficas del IDEAM. Subcriterio I. Impacto de grandes proyectos hidroeléctricos sobre la conectividad longitudinal y especies de peces de migración mediana: Para su definición, se tomó como fundamento técnico el concepto de conectividad longitudinal y el impacto que sobre esta

generan las hidroeléctricas con presa, muros de desviación para captación (hidroeléctricas a filo de agua), compuertas, etc., en proyectos objeto de competencia de la ANLA.

Se tomaron como referencia los siguientes expedientes (Tabla 29):

Tabla 29. Proyectos hidroeléctricos incluidos en el análisis sobre el impacto en la conectividad longitudinal para el año 2023.

Expediente	Operador	Proyecto
LAM0005	ISAGEN S.A. E.S.P.	PROYECTO HIDROELÉCTRICO MIEL I
LAM0112	EMPRESA URRÁ S.A. E.S.P.	HIDROELÉCTRICA DE URRÁ I
LAM0237	ISAGEN S.A. E.S.P.	PROYECTO HIDROELECTRICO RIO SOGAMOSO
LAM0261	GENSA S.A. E.S.P.	PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MUTATÁ
LAM0514	AES CHIVOR	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CHIVOR
LAM0529	EMGESA S.A. E.S.P.	HIDROELÉCTRICA DEL GUAVIO
LAM1230	EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - EAAB ESP	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA CHINGAZA - FASE I
LAM1582	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P.	COMPLEJO HIDROELÉCTRICO PORCE III
LAM1989	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA	ACUEDUCTO REGIONAL DEL NORTE DEL VALLE SARA BRUT
LAM2142	EMGESA S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BETANIA
LAM2223	EMGESA S.A. E.S.P.	CADENA DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA PAGUA
LAM2230	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE ANCHICAYA
LAM2233	HIDROITUANGO S.A.	PROYECTO HIDROELÉCTRICO PESCADERO ITUANGO
LAM2327	ISAGEN S.A. E.S.P.	PROYECTO TRASVASE MANSO
LAM2574	ISAGEN S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA JAGUAS - SAN RAFAEL ANTIOQUIA
LAM2575	ISAGEN S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN CARLOS - SAN CARLOS ANTIOQUIA
LAM2576	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENTRAL HIDROELÉCTRICA PLAYAS - SAN CARLOS ANTIOQUIA - CENTRAL HIDROELÉCTRICA GUATAPE
LAM2577	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENRAL HIDROELÉCTRICA LA TASAJERA
LAM2578	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENTRAL HIDROELÉCTRICA GUADALUPE III - GOMEZ PLATA - ANTIOQUIA
LAM2581	EMPRESA DE ENERGÍA DEL PACÍFICO S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA SALVAJINA
LAM2582	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENTRAL HIDROELÉCTRICA CALIMA
LAM2583	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CALDAS S.A. E.S.P. - CHEC S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA SAN FRANCISCO - CHINCHINÁ CALDAS
LAM2611	EMGESA S.A. E.S.P.	CADENA HIDROELECTRICA DEL RIO BOGOTA CENTRALES HIDROELECTRICAS CANOAS, SALTO II, LAGUNETA Y DARIO VALENCIA SAMPE
LAM3352	EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTÁ S.A. E.S.P.	EMBALSE DE TOMINÉ
LAM3563	Empresa de Energía del Pacífico EPSA S.A. E.S.P.	Plan de Manejo Ambiental Operación y Mantenimiento de la Central Hidroeléctrica Alto Anchicayá

LAM3575	EMPRESA DE ENERGIA DE CUNDINAMARCA S.A. EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS SIGLA E.E.C. E.S.P.	MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA DE RÍO NEGRO
LAM3823	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	PROYECTO HIDROELÉCTRICO PORCE II
LAM3888	ISAGEN S.A. E.S.P.	CENTRAL HIDROELÉCTRICA CALDERAS
LAM3948	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	PROYECTO HIDROELÉCTRICO PORCE IV
LAM4037	EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPM	CENTRAL HIDROELÉCTRICA HIDROPRADO
LAM4090	EMGESA S.A E.S.P.	PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO
LAM4697	PORVENIR II S.A.S. E.S.P.	PORVENIR II
LAV0021-00-2021	EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.	DESARROLLO HIDROELÉCTRICO DEL RÍO MINAVIEJA

Fuente: ANLA, 2023

Estos proyectos fueron ubicados espacialmente con el objetivo de establecer el grado de pérdida de conectividad longitudinal por subzona hidrográfica, correspondiente a la proporción de la longitud perdida de los drenajes dentro de la subzona con respecto a la longitud total de los mismos.

Se calculó de la siguiente forma:

$$\%F = \frac{LP}{LT} * 100$$

Donde:

%F: Porcentaje de conectividad longitudinal perdido.

LP: Longitud de tramo perdido. Se asume que los tramos aguas arriba de la infraestructura son los sectores perdidos en términos de conectividad.

LT: Longitud total.

Para los proyectos ubicados sobre cauces principales (río Cauca, río Sogamoso, río Magdalena) el análisis de pérdida de conectividad se realizó a nivel de zona hidrográfica, teniendo en cuenta el impacto de este tipo de estructuras sobre la red de drenaje.

Con base en los resultados obtenidos se establecieron las siguientes categorías (

Tabla 30) para el grado de pérdida de conectividad longitudinal. Los intervalos se definieron de forma automática en clasificación por cuartiles, según el número de categorías utilizado para la sensibilidad del medio biótico (5).

Tabla 30. Categorías para el porcentaje de pérdida de conectividad longitudinal.

Intervalo (%)	Categoría
0,0 - 0,83	Muy baja
0,84 - 6,16	Baja
6,17 - 55,20	Media
55,21 - 78,45	Alta
78,46 - 100	Muy Alta

Fuente: ANLA, 2023

Con el fin de complementar este subcriterio, inicialmente se utilizaron los registros encontrados en el SIB Colombia para las especies de peces de migración mediana en los últimos 10 años. Las especies utilizadas se basaron en lo establecido en la Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia¹².

La actualización de estos registros se realizó con corte a junio de 2023.

Estos registros fueron ubicados con el fin de establecer las zonas que pueden estar presentando una mayor sensibilidad al registrar un alto número de especies migratorias, estableciendo de esta forma las siguientes categorías (Tabla 31):

Tabla 31. Categorías para la presencia de especies de migración media por subzona hidrográfica definidas para el año 2023 por cuartiles.

Intervalo (especies)	Categoría
0 - 1	Muy baja
2 - 4	Baja
5 - 7	Media
8 - 12	Alta
13 - 18	Muy Alta

Fuente: ANLA, 2023

Finalmente, teniendo en cuenta las categorías previamente mencionadas se definió la sensibilidad para este subcriterio de la siguiente forma (

Tabla 32):

Tabla 32. Definición categorías de sensibilidad para el subcriterio 1.

Perdida de Conectividad Longitudinal	Especies de migración mediana					
		Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
	Muy baja	Muy baja	Baja	Baja	Media	Media
	Baja	Baja	Baja	Media	Media	Alta
	Media	Baja	Media	Media	Alta	Alta
	Alta	Media	Media	Alta	Alta	Muy alta
	Muy alta	Media	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta

Fuente: ANLA, 2023

Subcriterio II. Presencia de especies acuáticas en categoría de amenaza: Para establecer esta capa se utilizó como base la información proporcionada por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt para peces de importancia pesquera en su Infraestructura Institucional de Datos (I2D)¹³. Los datos registrados en esta fuente fueron ubicados espacialmente para así determinar el número de especies con algún grado de vulnerabilidad para las diferentes subzonas hidrográficas. Las categorías de sensibilidad para esta capa se presentan en la Tabla 27:

	Tabla 33. Categorías establecidas para el subcriterio 2. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Intervalo (especies)</th><th>Categoría</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td><td>Muy baja</td></tr> <tr> <td>1 - 4</td><td>Baja</td></tr> <tr> <td>5 - 8</td><td>Media</td></tr> <tr> <td>9 - 12</td><td>Alta</td></tr> <tr> <td>13 - 16</td><td>Muy Alta</td></tr> </tbody> </table> Fuente: ANLA, 2023 Finalmente, para consolidar la capa final del componente de ecosistemas acuáticos se realizó una superposición de los subcriterios, otorgándole a cada uno un peso del 50%. Esta superposición es posible realizarla a través de diferentes softwares de información geográfica como ArcGIS y Qgis, entre otros. La presente capa se interpreta como un riesgo de alteración de los ecosistemas acuáticos, especialmente vulnerables debido a su alta dependencia de factores externos, como el flujo de agua, la calidad del agua y el equilibrio entre especies. En tanto, la contaminación por productos químicos, metales pesados, plásticos y nutrientes en exceso, constituyen elementos de amenaza que degradan la salud de estos ecosistemas, alterando su composición biológica y afectando a las especies acuáticas.	Intervalo (especies)	Categoría	0	Muy baja	1 - 4	Baja	5 - 8	Media	9 - 12	Alta	13 - 16	Muy Alta
Intervalo (especies)	Categoría												
0	Muy baja												
1 - 4	Baja												
5 - 8	Media												
9 - 12	Alta												
13 - 16	Muy Alta												
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco del proceso de evaluación la información proporcionada por esta capa permitirá establecer áreas de interés cuando los proyectos desarrollen actividades con potencial de causar impactos significativos en el componente de ecosistemas acuáticos. En este caso el evaluador deberá prestar especial atención a este componente para determinar si la evaluación de impactos y las medidas de manejo propuestas son adecuadas. Esto es muy relevante en los proyectos con impactos significativos en la conectividad longitudinal (Ej. presas, embalses) donde esta capa permitirá establecer un primer panorama de la afectación a nivel regional. En el proceso de seguimiento esta capa permitirá delimitar zonas prioritarias para realizar el seguimiento de este componente con el fin de establecer si las medidas de manejo planteadas por los proyectos licenciados están siendo efectivas. Adicionalmente, servirá de insumo para el análisis de impactos acumulativos y sinérgicos en las áreas con alta densidad de proyectos y con impactos significativos a la pérdida de conectividad longitudinal.												
Conceptos	Conectividad longitudinal: Hace referencia a la continuidad presente en los cuerpos de agua (desde las cabeceras hasta la desembocadura). Es decir, el curso normal que tiene el agua superficial desde aguas arriba hacia aguas abajo (del Tango & Salazar, 2007).												

Criterio 6. Áreas aprobadas para ejecución de acciones de compensación e inversión 1%
Tipo: Vulnerabilidad

¹² Zapata, L. A. & J. S. Usma (Editores). 2013. Guía de las especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Peces. Vol. 2. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/ WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 486.

¹³ Número de especies por categoría de amenaza en las zonas hidrográficas de Colombia (Portal GeoNetwork I2D), enlace: <http://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/fb781283-c149-4c98-8dfd-96a51b2626ac>



Estado de actualización: Incorporado en 2021, 2022 y actualizado en 2023.	
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, según información actualizada por los grupos de valoración y manejo de impactos en trámites de evaluación y seguimiento	
Definición del criterio	Obedece a la espacialización de áreas para las cuales se considera necesario, generar una alerta directa por conflicto entre áreas proyectadas de actividades de proyectos, obras y actividades, con zonas de cumplimiento de obligaciones de compensación e inversión 1%, según la siguiente categorización. ✓ Muy Alta Sensibilidad Biótica: Las áreas de compensación e inversión de 1% aprobadas en procesos de seguimiento. Se asigna dentro de la capa un valor de 5. ✓ Alta Sensibilidad Biótica: Las áreas consolidadas en los procesos de evaluación que son áreas preliminares propuestas. Se asigna dentro de la capa un valor de 4. Se consideran vulnerables las áreas de compensación e inversión del 1% debido a que, si bien estas áreas son seleccionadas para compensar la afectación de ecosistemas debido a actividades como la urbanización, establecimiento de infraestructura, entre otras. Estas no cuentan en su totalidad con las características particulares del ecosistema originalmente afectado, pues se ven afectadas en ocasiones por presiones ambientales propias del sitio en donde fueron establecidas.
Implicaciones en el marco del licenciamiento	Esta capa define alertas para la implementación de nuevos proyectos, ya que incluye las áreas donde han sido aprobadas acciones de compensación e inversión del 1%, indicando que en esos puntos deberán generarse análisis sobre posibles efectos de la coexistencia de los proyectos frente a las obligaciones aprobadas por ANLA.

Criterio 7. Núcleos de deforestación	
Tipo: Amenaza	
Estado de actualización: Incorporado en 2024.	
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, de acuerdo con los boletines de alertas tempranas de deforestación publicados por el IDEAM.	
Definición del criterio	Los núcleos de deforestación son regiones específicas donde se observa un patrón persistente de pérdida de cobertura forestal durante un periodo definido. Estas áreas destacan por presentar tasas de deforestación notablemente superiores a las de sus alrededores. Su identificación es fundamental para analizar las dinámicas y las causas subyacentes de la deforestación, además de permitir el diseño de estrategias efectivas de monitoreo, mitigación y restauración. Este criterio se calificó como “Alto” teniendo en cuenta que la información espacial suministrada por el IDEAM no permite discriminar la información en diferentes categorías, pues en su tabla de atributos, los diferentes polígonos se presentan con un mismo valor. Se consideran a los núcleos de deforestación una amenaza porque representan áreas donde la pérdida de vegetación se intensifica, afectando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. La expansión de estos núcleos fragmenta hábitats, reduce la conectividad ecológica y agrava el cambio climático al liberar carbono almacenado en los bosques.

Implicaciones en el marco del licenciamiento	Los núcleos de deforestación tienen profundas implicaciones en el licenciamiento ambiental, ya que afectan tanto la evaluación como la gestión de los proyectos en estas áreas. Su identificación obliga a implementar estudios de impacto ambiental más rigurosos y exige la adopción de medidas de mitigación y restauración específicas, como reforestación y manejo sostenible de los recursos.
--	---

Una vez establecidos los criterios, se procedió a realizar la ponderación en formato ráster siguiendo las categorías de criticidad presentadas en la **Tabla 34**.

Tabla 34. Categorías de criticidad definidas para los criterios seleccionados.

Valor	Categoría criticidad	Áreas protegidas	Lista roja de ecosistemas	Ecosistemas acuáticos	Conectividad funcional potencial	Dinámica de transformación de bosques	Áreas con obligaciones de compensación e inversión 1%	Núcleos de deforestación
Criterio de cruce		Suma con valores máximos (Etapa 1)	Suma con valores máximos (Etapa 1)	Suma con valores máximos (Etapa 2)	Suma con valores máximos (Etapa 1)	Suma con valores máximos (Etapa 1)	Suma con valores máximos (Etapa 1)	Suma con valores máximos (Etapa 1)
5	Muy Alta	Áreas RUNAP: Parque Nacional Natural, Parques Naturales Regionales, Reservas Forestales Protectoras Nacionales, Reservas Forestales Protectoras Regionales, Reserva Natural, Santuario de Fauna, Santuario de Fauna y Flora, Santuario de Flora, Área Natural Única, Vía Parque. Áreas complementarias para conservación: Humedales RAMSAR.	Estado crítico (CR)	Muy baja conectividad, muy alta presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.	Área núcleo – núcleo corredor	Muy alta tasa de transformación	Áreas consolidadas en seguimiento	NA
4	Alta	Áreas RUNAP: Reserva Natural de la Sociedad Civil, Áreas de recreación. Áreas complementarias para conservación: AICA, AICOM, SICOM, KBA. Zonas amortiguadoras de áreas protegidas.	En peligro (EN)	Baja conectividad, alta presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.	Corredor de conectividad	Alta tasa de transformación	Áreas consolidadas en proceso de evaluación	Presencia de núcleos de deforestación
3	Media	Áreas RUNAP: Distritos de Conservación de Suelos, Distritos Nacionales de	Vulnerable (VU)	Moderada conectividad, moderada	Parque de hábitat	Moderada tasa de transformación	NA	NA

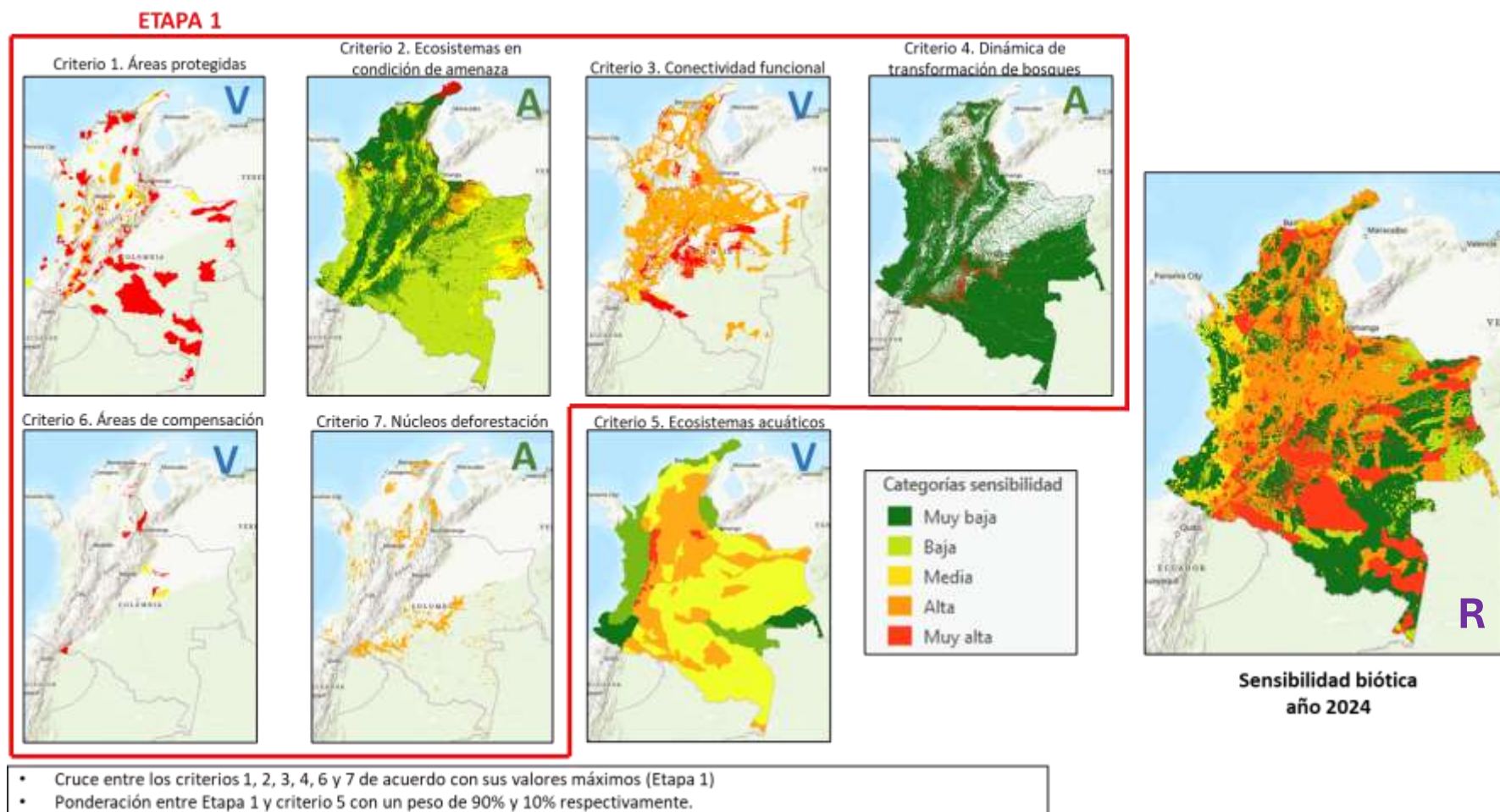


		Manejo Integrado, Distritos Regionales de Manejo Integrado		presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.				
2	Baja	Sin ningún tipo de protección o de necesidad de conservación	Preocupación menor (LC)	Alta conectividad, poca presencia de peces migratorios y de importancia pesquera	Sin información	Baja tasa de transformación	NA	NA
1	Muy Baja		Sin categoría de amenaza	Muy alta conectividad, muy poca presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.		Muy baja tasa de transformación	NA	NA
Algebra de mapas		Etapas 1	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 1	Etapas 1	Etapas 1	Etapas 1

Fuente: ANLA, 2023

La superposición ponderada de las capas fue realizada en dos etapas. En la primera (Etapas 1), se hizo una superposición entre los criterios 1. Áreas protegidas, Criterio 2. Lista roja de ecosistemas, Criterio 3. Conectividad funcional potencial, Criterio 4. Dinámica de transformación de bosques, Criterio 6. Áreas con obligaciones de compensación e inversión 1% y Criterio 7. Núcleos de deforestación. Esta superposición se realizó a través de los valores máximos de cada una de las capas. En la segunda etapa (Etapas 2), se ponderó la capa resultante de la etapa 1 con el criterio 5. Ecosistemas acuáticos, dando un peso del 90% a la etapa 1 y 10% al criterio 5. En la siguiente figura se presentan los resultados obtenidos para el ejercicio de sensibilidad biótica 2024.

Figura 19. Sensibilidad biótica 2024.



Fuente: ANLA, 2024



VII. SENSIBILIDAD MEDIO SOCIOECONÓMICO

En el marco de la actualización del ejercicio del mapa de sensibilidad para el medio socioeconómico, se tuvo en cuenta información disponible en los diferentes Tableros de Control de la Subdirección de Mecanismos de Participación Ciudadana Ambiental de la ANLA, donde se cuenta con 4 elementos que permiten identificar los territorios donde se podría estar presentando una presunta afectación a algún recurso natural y un mayor nivel de sensibilidad social, y de esta manera generar las acciones oportunas en materia de seguimiento ambiental, así como la implementación de las estrategias para prevención y la transformación positiva de la conflictividad. Los elementos identificados corresponden a 1) Denuncias por presuntas infracciones ambientales, 2) Procesos judiciales y/o tutelas reportadas por municipios y asociadas a POA's, 3) Sentencias de orden judicial y 4) Tablero de identificación de conflictos.

A continuación, se describen los criterios utilizados en la presente actualización y la justificación de su incorporación en la definición de la sensibilidad socioeconómica por el licenciamiento ambiental y en los cuales se recopila gran parte de la vulnerabilidad identificada para el medio socioeconómico a nivel regional para el ejercicio del año 2024.

Criterio 1. Denuncias por presuntas infracciones ambientales															
Tipo: Vulnerabilidad															
Estado de actualización: Incorporado en 2021; primera actualización en 2022; segunda actualización 2023; tercera actualización 2024.															
Temporalidad de actualización proyectada: Anual, de acuerdo con la información disponible en el tablero de control de Denuncias sobre presuntas infracciones ambientales desde 02/01/2019 a 31/09/2024.															
Definición del criterio	El primer criterio se refiere a las denuncias ambientales radicadas en el geovisor sobre presuntas infracciones ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), a partir de la cual se reciben las inquietudes, preocupaciones y percepciones de diversos actores territoriales en lo referente a los impactos generados por los Proyectos, Obras y/o Actividades (POA's) objeto de licenciamiento ambiental y a las presuntas afectaciones sobre los diferentes recursos. Esta información se asocia a nivel de municipio, de tal manera que la especialización de la criticidad para este componente se relaciona con los límites municipales y con la cantidad de denuncias existentes en estos, de acuerdo con los siguientes rangos: <table><tr><th colspan="2">Tabla 35. Categorías de criticidad definidas según número de denuncias.</th></tr><tr><th>Categoría de criticidad</th><th>Número de denuncias por presuntas infracciones ambientales por municipio</th></tr><tr><td>Muy Alta</td><td>>55</td></tr><tr><td>Alta</td><td>30 - 55</td></tr><tr><td>Media</td><td>5 - 30</td></tr><tr><td>Baja</td><td>1 - 5</td></tr><tr><td>Muy Baja</td><td>0</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2024 El criterio de presuntas infracciones ambientales se clasifica como una vulnerabilidad, ya que se refiere a la susceptibilidad o fragilidad del medio ambiente y las comunidades locales para ser afectadas por actividades que pueden generar daños y pérdidas. La justificación de esta clasificación se basa en que las presuntas infracciones ambientales pueden tener un impacto negativo en la salud humana, los ecosistemas y el medio	Tabla 35. Categorías de criticidad definidas según número de denuncias.		Categoría de criticidad	Número de denuncias por presuntas infracciones ambientales por municipio	Muy Alta	>55	Alta	30 - 55	Media	5 - 30	Baja	1 - 5	Muy Baja	0
Tabla 35. Categorías de criticidad definidas según número de denuncias.															
Categoría de criticidad	Número de denuncias por presuntas infracciones ambientales por municipio														
Muy Alta	>55														
Alta	30 - 55														
Media	5 - 30														
Baja	1 - 5														
Muy Baja	0														



	ambiente, lo que aumenta la vulnerabilidad de las comunidades locales. Además, la vulnerabilidad se refiere a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, lo que es relevante en el contexto de las presuntas infracciones ambientales que pueden afectar la disponibilidad de recursos naturales, la calidad del aire y del agua, y la salud humana.
--	--

Criterio 2. Procesos jurídicos en proyectos licenciados							
Tipo: Vulnerabilidad							
Estado de actualización: Incorporado en 2021; primera actualización en 2022; segunda actualización 2023; tercera actualización 2024.							
Temporalidad de actualización proyectada: anual, de acuerdo con la información reportada por la Oficina Asesora Jurídica (OAJ), desde 2021							
Definición del criterio	Este criterio se relaciona con la presencia de proyectos con órdenes judiciales o con procesos enmarcados en acciones de tutela, para los cuales, pueden existir condicionantes para la ejecución de actividades por parte de los licenciatarios, teniendo como resultado medidas de especial atención en el proceso de seguimiento. De esta manera, en la siguiente tabla se señalan las categorías de criticidad establecidas según este concepto: Tabla 36. Categorías de criticidad definidas según procesos jurídicos. <table><tr><th>Categoría de criticidad</th><th>Procesos jurídicos en proyectos licenciados</th></tr><tr><td>Muy Alta</td><td>Procesos Orden Judicial + tutela/ Sólo con orden judicial Procesos sin orden judicial/ Procesos sin orden + tutelas Procesos con tutela</td></tr><tr><td>Muy Baja</td><td>Sin proceso judicial</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2024 El criterio de procesos jurídicos asociados a los proyectos licenciados se clasifica como una vulnerabilidad, ya que se refiere a la susceptibilidad de las comunidades locales a ser afectadas por decisiones y acciones legales que pueden generar efectos adversos en su entorno físico, económico, social y ambiental. La justificación de esta clasificación se basa en que los procesos jurídicos pueden afectar la capacidad de las comunidades locales para acceder a la justicia, participar en la toma de decisiones y proteger sus derechos, lo que puede aumentar su vulnerabilidad a sufrir pérdidas o daños en sus medios de subsistencia y sistemas de apoyo.	Categoría de criticidad	Procesos jurídicos en proyectos licenciados	Muy Alta	Procesos Orden Judicial + tutela/ Sólo con orden judicial Procesos sin orden judicial/ Procesos sin orden + tutelas Procesos con tutela	Muy Baja	Sin proceso judicial
Categoría de criticidad	Procesos jurídicos en proyectos licenciados						
Muy Alta	Procesos Orden Judicial + tutela/ Sólo con orden judicial Procesos sin orden judicial/ Procesos sin orden + tutelas Procesos con tutela						
Muy Baja	Sin proceso judicial						

Criterio 3. Conflictividad Socioecológica (Tablero de Identificación de conflictos de la SMPCA)	
Tipo: Vulnerabilidad	
Estado de actualización: Incorporado en 2024	
Temporalidad de actualización proyectada: anual, de acuerdo con la información reportada en el Tablero de Conflictos de la Subdirección de Mecanismos de Participación Ciudadana (SMPCA), la cual tiene un registro desde el 2022	
Definición del criterio	Este criterio se relaciona con los municipios cuya jurisdicción integra las áreas de influencia de los Proyectos, Obras y/o Actividades de competencia de la ANLA y para los cuales, a través de los Gestores Territoriales, se identifican las alertas de conflictividad

	territorial asociadas. De esta manera, en la siguiente tabla se señalan las categorías de criticidad establecidas según este concepto: Tabla 37. Categorías de criticidad de acuerdo con la conflictividad Socioecológica. <table> <tr> <th>Categoría de criticidad</th><th>Municipios con registros de conflictividad</th></tr> <tr> <td>Muy Alta</td><td>Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "crisis" asociada a un POA.</td></tr> <tr> <td>Alta</td><td>Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "escalada" asociada a un POA.</td></tr> <tr> <td>Media</td><td>Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "surgimiento/Latencia" asociada a un POA.</td></tr> <tr> <td>Baja</td><td>Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "desescalada" asociada a un POA.</td></tr> <tr> <td>Muy Baja</td><td>Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "transformación/Resolución" asociada a un POA.</td></tr> </table> Fuente: ANLA, 2024 El criterio de conflictos socioecológicos se clasifica como una Vulnerabilidad, ya que se refiere a la susceptibilidad de las comunidades locales y el medio ambiente a ser afectados por conflictos que pueden generar efectos adversos en la salud humana, los ecosistemas y el medio ambiente. La justificación de esta clasificación se basa en que los conflictos socioecológicos pueden aumentar la vulnerabilidad de las comunidades locales, especialmente en términos de acceso a recursos naturales, calidad del medio ambiente y salud humana, lo que puede generar pérdidas o daños en sus medios de subsistencia y sistemas de apoyo.	Categoría de criticidad	Municipios con registros de conflictividad	Muy Alta	Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "crisis" asociada a un POA.	Alta	Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "escalada" asociada a un POA.	Media	Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "surgimiento/Latencia" asociada a un POA.	Baja	Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "desescalada" asociada a un POA.	Muy Baja	Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "transformación/Resolución" asociada a un POA.
Categoría de criticidad	Municipios con registros de conflictividad												
Muy Alta	Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "crisis" asociada a un POA.												
Alta	Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "escalada" asociada a un POA.												
Media	Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "surgimiento/Latencia" asociada a un POA.												
Baja	Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "desescalada" asociada a un POA.												
Muy Baja	Municipios que se encuentran con una categoría de conflicto en "transformación/Resolución" asociada a un POA.												
Conceptualización Tipo de conflicto de acuerdo con los lineamientos de la Estrategia para la Transformación de la conflictividad socio ecológica 2023, ANLA.	Conflicto socioecológico: es una situación compleja que surge cuando las relaciones entre la sociedad y su entorno natural se ven tensionadas o perturbadas debido al proceso de otorgamiento de permisos, trámites o licencias para Proyectos, Obras o Actividades (POA). Esta conflictividad puede originarse a partir de percepciones de distribución desigual de los beneficios y costos, impactos ambientales o socioeconómicos, o falta de inclusión y equidad en la toma de decisiones. Este concepto integrador aborda el equilibrio entre desarrollo y conservación, y considera tanto los derechos ambientales como los derechos humanos, la seguridad y las dinámicas socioculturales y políticas presentes en estos procesos. A. Conflicto en crisis: representa el punto máximo de intensidad del conflicto. Las tensiones entre los actores involucrados alcanzan niveles insostenibles, a menudo mediadas por la violencia. Esta etapa se caracteriza por una ruptura del diálogo y del cauce legal e institucional, lo que puede desencadenar graves consecuencias sociales, económicas, ambientales o humanitarias. B. Conflicto en escalada: se caracteriza por una mayor expresión del conflicto, donde las demandas o reclamos de los grupos de valor se hacen evidentes. Durante esta etapa, se observa una polarización de las posiciones y un aumento en la confrontación, lo que intensifica la tensión social. El conflicto adquiere mayor complejidad y extensión,												

	involucrando a más actores y más aspectos contextuales. A pesar de esta intensificación, el conflicto se mantiene dentro del cauce institucional y legal. C. Conflicto en Surgimiento/Latencia: se caracteriza por ser el inicio de expresiones de conflictividad más evidentes, momento en el que los Grupos de Valor comienzan a reconocer las diferencias en sus intereses y los actores sociales expresan descontento o preocupación explícita por los posibles impactos ambientales del POA. Esto significa que las discrepancias y tensiones empiezan a consolidarse. D. Conflicto en desescalada: Posteriormente, puede surgir la desescalada del conflicto, que es la etapa en la cual se logra disminuir la intensidad de este y se logra resolver o trazar una ruta de acción, o, por el contrario, puede darse la necesidad de escalar el conflicto a la Coordinación del Grupo de Participación Ciudadana y Atención al Ciudadano el cual evaluará la situación de conflictividad y determinará el apoyo de la subdirección técnica u otras dependencias de la Entidad. A continuación, se describen los roles de la SELA en la preparación y desarrollo del diálogo territorial. E. Conflicto en Transformación/Resolución: la fase de "Resolución" en la conflictividad socioecológica implica llegar a acuerdos que sean aceptables y sostenibles para todas las partes involucradas, usualmente a partir de decisiones en firme de las Autoridades. Esta fase permite un tránsito más estable hacia la transformación positiva del conflicto, además, puede generar aprendizajes y oportunidades para mejorar las relaciones y prevenir futuros conflictos.
Implicaciones en el marco del licenciamiento	En el marco de los procesos de evaluación y seguimiento, estos datos se convierten en información institucional estratégica y útil para para generar análisis estadísticos e identificar y caracterizar situaciones de potencial conflictividad socioambiental que pueden estar asociados a los Proyectos, Obras y/o Actividades de competencia de la ANLA, generar alertas tempranas, orientar acciones de respuesta institucional para la mejora en los procedimientos de competencia de la Entidad, tomar decisiones de los procesos de evaluación y seguimiento, y todo tipo de análisis que resulte útil para quienes la consultan. En este sentido, la importancia del criterio de "Denuncias por presuntas infracciones ambientales", reside en que dan cuenta de factores que puedan motivar la conflictividad socioambiental e identificar los territorios donde se podría estar presentando una presunta afectación a algún recurso natural y de esta manera generar las acciones oportunas en materia de seguimiento ambiental y de estrategias para prevención y transformación positiva de la conflictividad; el criterio de "procesos jurídicos" el cual aporta a la identificación de los proyectos de competencia de la Entidad que tienen asociado algún mecanismo de amparo constitucional (proceso judicial o tutela), los cuales cuentan con una serie de disposiciones judiciales y medidas de manejo adicionales que deben ser consideradas durante las actividades de seguimiento para garantizar su cumplimiento; el criterio de "Conflictividad Socioecológica", el cual aporta una comprensión integral de los conflictos que surgen cuando los Proyectos, Obras o Actividades (POA) alteran las relaciones entre la sociedad y el entorno natural. Este criterio permite identificar y analizar cómo las percepciones de desigualdad en la distribución de beneficios y costos, los impactos ambientales y socioeconómicos, y la falta de inclusión en la toma de decisiones

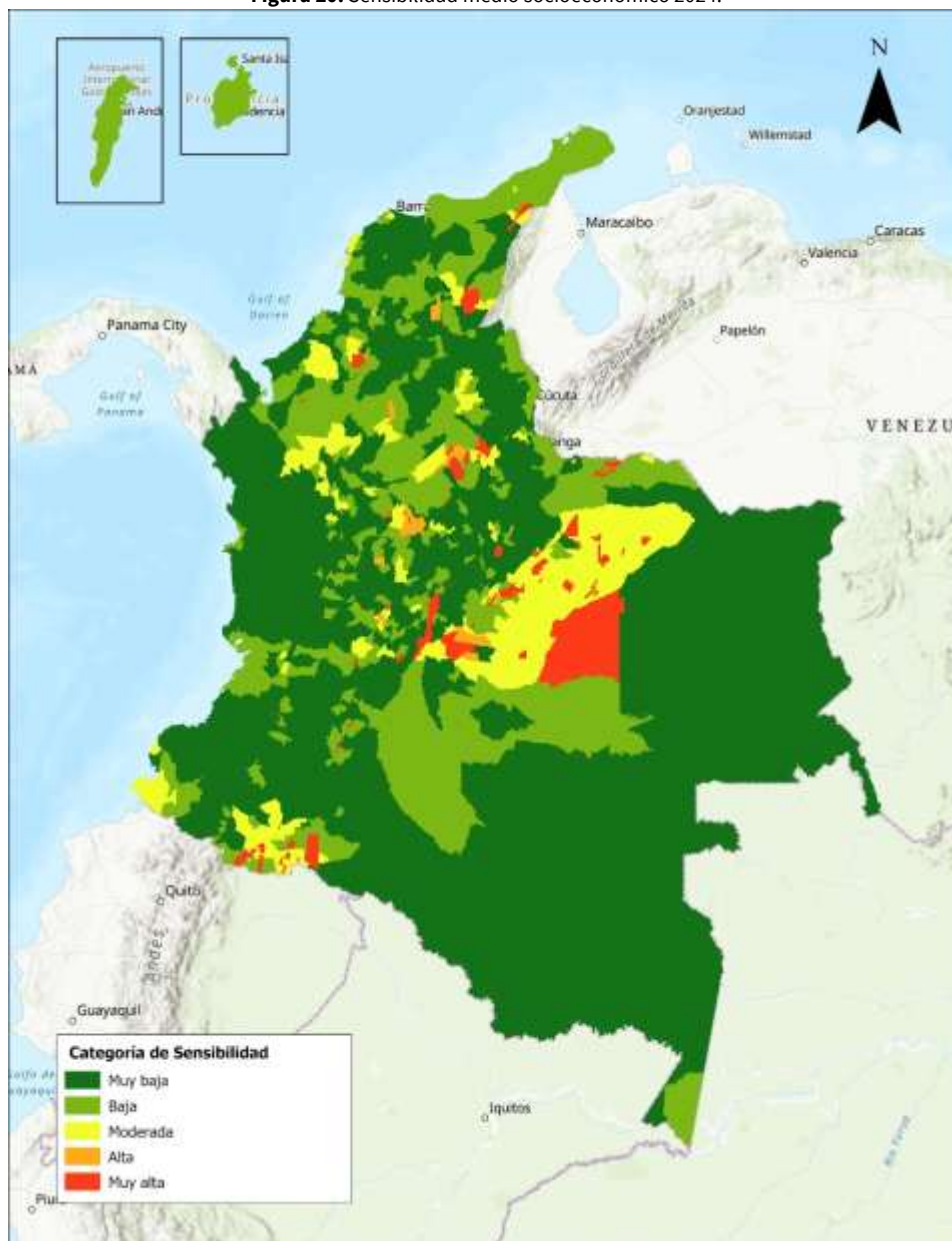


	pueden generar tensiones. Además, destaca la importancia de considerar las dinámicas socioculturales y políticas de las comunidades involucradas, promoviendo una gestión más equitativa, inclusiva y sostenible de los recursos naturales; y por último el criterio de “Sentencias”, el cual aporta a la identificación de las áreas y/o proyectos para las cuales se disponen de obligaciones ambientales y medidas de manejo de especial atención durante el seguimiento ambiental, así como la participación permanente de la Autoridad conforme a las disposiciones de dichas sentencias. De manera complementaria, es de resaltar que como resultado de la identificación y análisis de esta información, se han puesto en marcha desde la ANLA estrategias institucionales para dar respuesta como: i) presencia institucional permanente en los territorios más afectados, ii) el desarrollo de acciones de pedagogía orientadas a mejorar el conocimiento de los actores territoriales frente al funcionamiento y competencias de la institución, iii) la presencia institucional para la creación de escenarios de discusión y definición de acciones para la transformación de los conflictos socioambientales identificados; y iv) acciones de seguimiento orientadas por el principio de oportunidad de la gestión.
--	--

Considerando lo anterior, para determinar la sensibilidad socioeconómica, se llevó a cabo un proceso geoespacial basado en la superposición de capas correspondientes a tres criterios: denuncias por presuntas infracciones ambientales, procesos jurídicos asociados a proyectos licenciados y conflictos socioecológicos. Cada criterio cuenta con una calificación específica de sensibilidad.

Mediante la herramienta “Intersect” de ArcGIS Pro, se realizó el cruce espacial de estos criterios. Posteriormente, en la capa resultante, se añadió un campo adicional en el que se calculó el valor máximo obtenido entre los criterios superpuestos, lo que permitió asignar una calificación final para el medio socioeconómico. En la Figura 20, se presenta el resultado final de esta ponderación:

Figura 20. Sensibilidad medio socioeconómico 2024.



Fuente: ANLA, 2024

Criterio 4. (Criterio Indicativo): Capa de sentencias de orden judicial con enfoque regional

La capa de sentencias de orden judicial se relaciona con la espacialización de las sentencias que vincula a entidades y órganos competentes en la administración de los recursos naturales, dentro de las cuales se encuentra la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. En los procesos de evaluación y seguimiento, pueden existir condicionantes para la ejecución de actividades por parte de los licenciarios tales como incluir obligaciones ambientales adicionales, restringir el otorgamiento y uso de permisos, entre otras, para proyectos que se ubiquen en áreas con sentencias asociadas.



De esta manera, las sentencias aportan a la identificación de las áreas y/o proyectos para las cuales se disponen obligaciones ambientales y medidas de manejo de especial atención durante el seguimiento ambiental, así como la participación permanente de la Autoridad conforme a las disposiciones de dichas sentencias.

Teniendo en cuenta lo anterior, se estableció una capa de sentencias de manera adicional a la capa de sensibilidad ambiental relacionada con el medio socioeconómico, que indica en dónde se encuentran las sentencias en las que la entidad está vinculada directa o indirectamente, y en las se cuenta con una participación activa del Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo. En la **Tabla 38** se enlistan las **7 Sentencias** para las cuales se determinan las siguientes características:

- I. **Sentencia:** Indica el nombre de la sentencia
- II. **Descripción:** Se relata una breve descripción del objetivo de la sentencia, actores involucrados, el fallo y el tipo de vinculación de ANLA (directa o indirecta).
- III. **Medio o Componente:** Identificación del componente ambiental afectado, y para el cuál la ANLA tiene compromisos directos o indirectos en el marco del cumplimiento de cada sentencia.
- IV. **Análisis de sensibilidad en el tiempo:** Este campo describe la variación que ha tenido la sensibilidad ambiental en el área delimitada para cada sentencia, tanto a nivel general como del componente afectado, de acuerdo con un análisis temporal asociado a los resultados del ejercicio en los años 2021, 2022 y 2023.
- V. **Porcentaje 2024:** Este campo corresponde al porcentaje de cubrimiento de cada categoría de la sensibilidad ambiental final 2024 en el área definida para cada sentencia.

Tabla 38. Sentencias con enfoque regional.

N°	Porcentaje (%) 2024	Sentencia	Descripción	Medio Componente	Análisis de sensibilidad en el tiempo
1.	Muy Alta 51%	Sentencia Bahía de Cartagena	La sentencia tiene como objetivo la protección y recuperación de la bahía de Cartagena, debido a la degradación del ecosistema, lo que además afecta a las comunidades. ANLA está vinculada directamente, mediante el monitoreo de vertimientos al mar que se realizan sobre la bahía de Cartagena.	Componente hídrico superficial	El área de la sentencia de Bahía Cartagena para los años 2021 y 2022, tuvo una predominancia de sensibilidad ambiental general en la categoría muy alta para el 87% del área y alta en el 13%. Para el periodo de 2023 la sensibilidad bajó, pasando a ser muy alta en un 51% y alta en el 49%. Es importante recalcar que, si bien la sensibilidad general bajó, para los tres periodos la sensibilidad hídrica superficial se mantuvo en la categoría muy alta tanto para calidad como para cantidad de agua.
	Alta 49%				
2.	Muy Alta 52%	Sentencia SU-698/17	La sentencia se deriva de la desviación del cauce del arroyo Bruno que afecta a tres comunidades: la Horqueta, Gran Parada y Varadero, en el municipio de Albania. Esta sentencia relaciona al proyecto Cerrejón.	Componente hídrico superficial	El área de delimitación corresponde al municipio de Albania para el cual, en 2021, la sensibilidad ambiental era predominantemente alta repartiéndose en las categorías alta (42%), moderada (35%) y muy alta (23%). Para los años 2022 y 2023, se ha visto un aumento en la sensibilidad final dominando las categorías altas (47%) y muy alta (52%). Para el componente hídrico superficial se evidenció que, si bien para el año 2021 la sensibilidad era alta, para los siguientes periodos pasó a ser muy alta en la SZH de río Ranchería tanto en calidad como en cantidad.
	Alta 47%				
	Moderada 1%				



3.	Muy Alta 26%	Sentencia T-614 de 2019 Provincial	El objetivo de la sentencia es mitigar los impactos del proyecto Cerrejón que tiene sobre la calidad en el recurso hídrico superficial, subterráneo, y atmosférico, que vinculan directamente el resguardo indígena Provincial cerca al tajo patilla de Cerrejón en Barrancas. Esta vincula directamente a la ANLA.	Componente atmosférico Componente hídrico superficial Componente hídrico subterráneo	Esta sentencia se enmarca en el municipio de Barrancas, en el departamento de La Guajira. La sensibilidad ambiental ha permanecido estable dentro de las categorías alta (74%) y muy alta (26%, para los tres periodos evaluados. La sensibilidad atmosférica pasó de baja en 2021, a presentar sensibilidad moderada asociada a baja precipitación y concentración de partículas PM10 y PM2.5. Por su parte, la sensibilidad hídrica superficial se mantuvo en categoría alta para las vigencias 2021 y 2022, Sin embargo, la sensibilidad pasó a ser muy alta en la vigencia de 2023 en términos de cantidad y calidad de agua, asociado a la SZH del río Ranchería. Finalmente, para el componente hídrico subterráneo, la sensibilidad pasó a ser moderada y no evaluada, a ser predominantemente moderada y alta asociada a las zonas de recarga, unidades hidrogeológicas y demanda del recurso.
	Alta 74%				
4.	Muy Alta 20%	Sentencia T-733 de 2017 Cerro Matoso	La sentencia se da sobre el proyecto Cerro Matoso y vincula directamente a la ANLA. Esta sentencia obedece a que la comunidad evidenció que la calidad de aire y del recurso hídrico superficial se han visto afectados por la minería de ferroníquel, por lo tanto, se ordenó tramitar una nueva licencia ambiental.	Componente atmosférico Componente hídrico superficial	Esta sentencia, delimitada por el municipio de Montelíbano, presentó una sensibilidad alta y moderada para el año 2021. Para la vigencia de 2022 se incluyó la categoría muy alta; para el 2023 se presenta un 20% de categoría muy alta (zona nororiental y algunos sectores dispersos de la zona occidental), 40% de alta y 40% moderada. Para el componente atmosférico, la sensibilidad pasó de ser muy baja en 2021, a baja en 2022 y 2023, asociada a un leve aumento en la concentración de PM2.5 y PM10. Por su parte, la sensibilidad hídrica superficial ha sido alta para las vigencias de 2021 y 2022, sin embargo, para 2023 se separó la sensibilidad del recurso en criterios de calidad y cantidad, lo que demostró una baja sensibilidad para cantidad y muy alta sensibilidad en términos de calidad.
	Alta 40%				
5.	Muy Alta 18%	Sentencia T038-19 Río Cauca	Esta sentencia dicta reconocer al río Cauca, su cuenca, y afluente como una entidad sujeta de derechos a la protección, conservación y mantenimiento y restauración a cargo de EPM, y el Estado.	Componente hídrico superficial	La sentencia del río Cauca comprende todo el cauce del río Cauca, como sujeto principal. La sensibilidad ambiental para la vigencia de 2021 y 2022 ha variado entre alta (57-61%), moderada (30%-37%) y muy alta (4%-5%). Para 2023, la sensibilidad pasó a ser mayor con una superposición del 74% en categoría alta, 18% muy alta y 8% moderada. Para el componente hídrico superficial, se registra una sensibilidad muy alta para más del 70% de la Zona Hidrográfica del Cauca, y alta para el resto del porcentaje, siendo más crítico el componente de calidad de agua
	Alta 74%				
6.	Muy Alta 16%	Sentencia T302 de 2017	La sentencia se fundamenta en la protección de los derechos fundamentales individuales de los niños y niñas del pueblo Wayuu dentro de lo que se destaca el derecho al acceso agua potable, alimentación y salud, ubicados en	Componente hídrico superficial	Esta sentencia se localiza en los municipios de Manaure, Maicao, Riohacha y Uribia. Para el año 2021, el área de estudio presentaba una sensibilidad moderada (81%). En la actualización de 2022 y 2023, la sensibilidad aumentó significativamente debido a la criticidad de los componentes hídrico superficial e hídrico subterráneo en el área de estudio, tanto en calidad como en cantidad.
	Alta 67%				

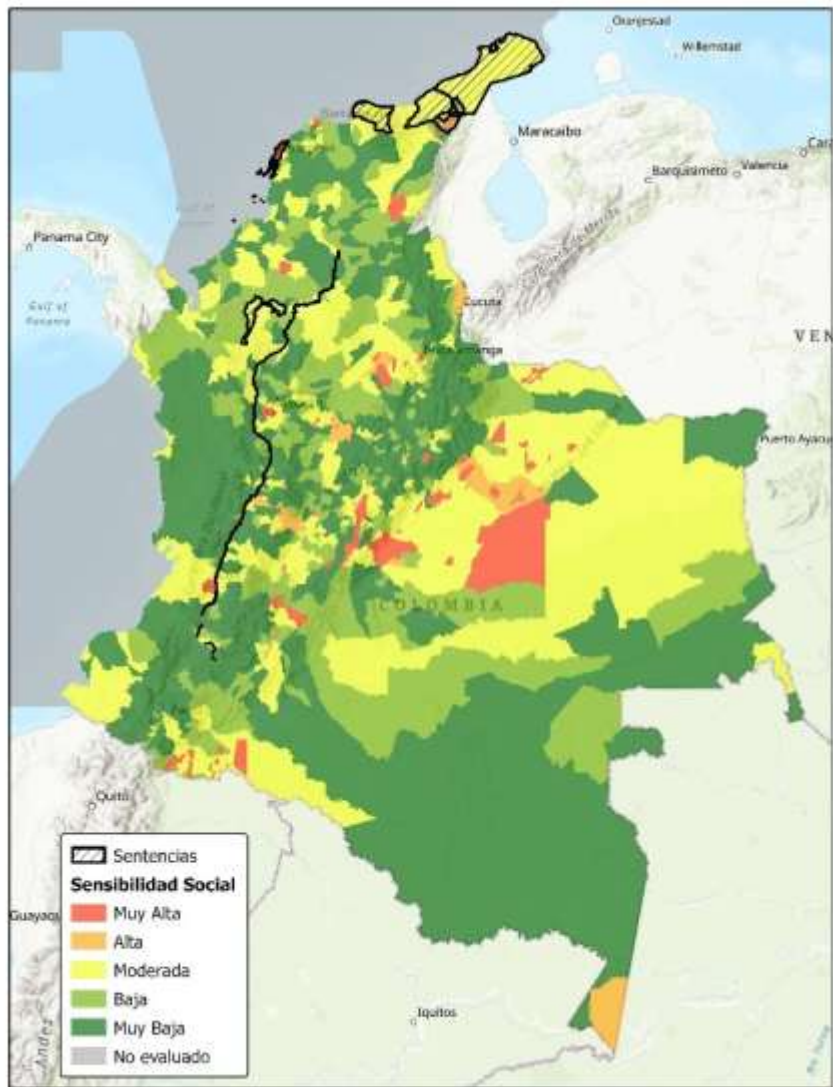


	Moderada 16%		los municipios de Manaure, Maicao, Riohacha y Uribia. En este sentido se da un Estado de cosas inconstitucional, en donde se establece que el estado no está ejerciendo su función en el territorio. El aporte de ANLA se dirige a mejorar el estado de los dos recursos en los municipios.		Es así como la categoría moderada pasó a cubrir solamente el 16% del área de estudio, mientras que la alta pasó a un 67% y la muy alta a representar el 16% restante. En cuanto al componente hídrico superficial, para la vigencia de 2021 y 2022 se determinó que la sensibilidad de las SZH Río Carraipia - Paraguachon, Directos al Golfo Maracaibo y Directos Caribe - Ay. Sharimahana Alta Guajira era moderada, sin embargo, para 2023, con la información actualizada del ENA 2022 y datos propios de la Entidad, se estableció una sensibilidad muy alta tanto en calidad como en cantidad.
7.	Muy Alta 6%	Sentencia T606 de 2015 Parque Tayrona	La sentencia del Parque Tayrona tiene como problemática el riesgo asociado a la presencia de material particulado de carbón mineral en playas por la operación portuaria. Dentro de las acciones que se realiza es el seguimiento y monitoreo de los proyectos que emiten material particulado de carbón mineral.	Componente atmosférico	A lo largo de las actualizaciones del ejercicio de sensibilidad ambiental general, la sensibilidad alta ha predominado en el área de estudio para los tres últimos periodos (2021 a 2023). Si bien en los años 2021 y 2022 la categoría alta representaba el 95%, en el año 2023 pasó a ser del 89%, con un aumento en las categorías muy alta (6%) y moderada (5%), evidente especialmente en las zonas costeras. La sensibilidad alta se relaciona principalmente al componente biótico, debido a que presenta áreas de conectividad importantes. De lo anterior se puede inferir que en general el área de estudio es muy sensible ambientalmente. En cuanto al componente atmosférico, la sensibilidad es predominantemente baja, sin embargo, ha aumentado el área con sensibilidad moderada debido a la concentración de PM10.
	Alta 89%				
	Moderada 5%				

Las sentencias se encuentran graficadas en la **Figura 22** en donde se presentan con simbología achurada de color negro:



Figura 21. Sensibilidad Social con las sentencias (negro achurado)



Fuente: ANLA (2023)



VIII. SENSIBILIDAD ZONAS MARINO – COSTERAS

En el marco de la actualización del ejercicio del mapa de sensibilidad para las áreas marino-costeras del país, se tuvo en cuenta información de estudios realizados por INVEMAR cuya información se encuentra actualizada en la página a corte de junio de 2022 y que está disponible a través de su página de acceso a datos ambientales <https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/>.

A. MEDIO BIÓTICO

De los datos ambientales disponibles para el medio biótico se escogieron en total ocho capas, seis de las cuales están dentro del área de Biodiversidad y Ecosistemas y dos al área de Conservación de la Biodiversidad, tal como se detalla en la Tabla 39.

Tabla 39. Relación de datos ambientales disponibles para el medio biótico - marino costero.

Área	Capa	Descripción	Sitio Web
Biodiversidad y ecosistemas	Áreas coralinas	Cuya capa de polígonos fue construida con información de comunidades bióticas, geomorfológicas y ecológicas de las áreas coralinas.	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/search?tag=s=arrecifes%20de%20coral
	Pastos marinos	principalmente de las zonas actualizadas a 2014 para La Guajira, Punta San Bernardo y Chocó Caribe y estudios realizados en los años 2003, 2007 y 2012, para el resto del país	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/search?tag=s=pastos%20marinos%20Cfanerogamas%20Cpraderas%20de%20pastos%20marinos
	Manglares de Colombia	Cartografía de manglares de Colombia a escala 1:25.000 para Caribe y Pacífico y 1:5.000 para San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/explore?tag=s=manglar%20Cmanglares
	Humedales costeros del Pacífico Colombiano	enmarcada en el proyecto "Cuantificación y delimitación de humedales costeros del Pacífico chocoano de Colombia a escala 1:100.000"	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/datasets/INVEMAR:humedales-pacifico-choco-100k/explore?location=5.557973%20C-77.440512%20C8.11
	Humedales Costeros del Caribe	esta capa se desarrolló complementando el trabajo realizado por el Instituto Alexander Von Humboldt de humedales continentales y costeros de Colombia	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/datasets/INVEMAR:humedales-costeros-caribe-100k/explore?location=9.987751%20C-74.180949%20C7.56
	Lagunas Costeras	cuya capa se basa principalmente en la representatividad ecosistémica de las lagunas costeras en ambientes someros marinos y costeros para el "Proyecto Construcción de indicadores esenciales de biodiversidad para el seguimiento de los objetivos del SINAP en el Subsistema de Áreas Marinas Protegidas-SAMP"	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/search?tag=s=lagunas%20Costeras

Conservación de la Biodiversidad	Ecosistemas	capa que actualiza el Mapa de Ecosistemas Marinos de Colombia de los fondos marinos someros (0 - 20/30m). a una escala 1:100.000, producto de revisión de información secundaria y cartográfica de expertos	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/search?tag=s=mapa%20de%20ecosistemas%20Cmapa%20de%20ecosistemas%20marinos
	Sitios Prioritarios de Conservación capa basada en ejercicios de planificación ecorregional	utilizando la herramienta MARXAN para el análisis de información espacial de objetos de conservación y amenazas a la biodiversidad	https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/datasets/IN-VE-MAR::sitios-prioritarios-conservacion%20C3%B3n-caribe/explore?location=10.045638%2C-74.241902%2C8.00

Con los insumos anteriormente descritos, producto de los estudios presentados por INVEMAR, y para el desarrollo de la capa marino-costera, que fue integrada al mapa de sensibilidad ambiental desarrollado por la ANLA, se asignó un rango de sensibilidad de 1 a 5 dependiendo de variables definidas para cada ecosistema. En la **Tabla 40** se presentan los rangos de categorización y a continuación, se describen los pesos otorgados a las variables que fueron seleccionadas para cada ecosistema.

Tabla 40. Categorización de sensibilidad.

Rango de sensibilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Valor	5	4	3	2	1

Fuente: ANLA, 2023

Criterio 1. Ecosistemas sensibles	
Tipo: Vulnerabilidad	
Estado de actualización: junio 2022	
Áreas coralinas	
Definición del criterio	Los arrecifes de coral son ecosistemas presentes en los mares cálidos de aguas claras tropicales, que se generan a partir del crecimiento de corales escleractíneos y otros organismos, por lo que comprenden una serie de hábitats asociados, distribuidos en forma de mosaico (Díaz et al. 2000). La región Caribe Continental cuenta con 27.247 hectáreas, el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina abarca cerca de 313.795 hectáreas y las áreas coralinas de la región Pacífico cubren aproximadamente 101 hectáreas (Gómez et al. 2020). La degradación de los arrecifes coralinos se debe a factores como la sedimentación asociada a descargas de ríos, la deforestación, la contaminación marina, las actividades náuticas y la pesca (Gómez et al. 2015). Por otra parte, entre los factores globales que más inciden directa o indirectamente en el deterioro coralino, se encuentran: el calentamiento de la atmósfera y el fenómeno de El Niño, dando como resultado el blanqueamiento de los corales, causando mortalidades masivas o haciéndolos más susceptibles a otros tóxicos (Díaz et al. 2000). Para las áreas coralinas se seleccionó Unidad Biótica como variable, cuyos pesos se describen en la Tabla 41.

Tabla 41. Capa áreas coralinas.

Capa áreas coralinas	Sensibilidad
<i>Acropora cervicornis</i> , <i>Acropora palmata</i> - <i>Pseudodiploria</i> spp., Praderas de pastos marinos, Corales mixtos, <i>Gorgonia</i> spp.- Algas y esponjas incrustantes, Mosaico de comunidades coralinas, Octocorales- Corales costrosos, Octocorales-Corales mixtos, Octocorales-esponjas, Octocorales-Esponjas-Antipatarios, <i>Orbicella</i> spp. <i>Pavona</i> spp., <i>Pavona</i> spp- <i>Porites</i> spp, <i>Pocillopora damicornis</i> - <i>Psammocora stellata</i> , <i>Pocillopora</i> spp, <i>Porites porites</i> , <i>Porites porites</i> -pastos marinos.	Muy Alta
Coral-macroalgas-parches de pastos marinos, macroalgas-parches de pastos marinos, Esponjas, Macroalgas- Pastos marinos, Macroalgas-zoantídeos, <i>Millepora alcicornis</i> -Pastos marinos, <i>Siderastrea siderea</i> - <i>Millepora complanata</i> .	Alta
Praderas potenciales de pastos marinos, <i>Agaricia</i> spp-Corales mixtos, <i>Agaricia tenuifolia</i> , Algas pétreas- <i>Millepora complanata</i> -Zoantídeos, Corales masivos y costrosos sobre escombros coralinos, Esponjas incrustantes, Macroalgas, Rodolitos, Sedimentos bioturbados-algas calcáreas.	Media
Algas sobre escombros coralinos, Arena-escombros coralinos, Cascajo y escombros coralinos, Costras de coral sobre roca, Fondo coralino indeterminado.	Baja

Fuente: ANLA, 2022

Dentro de las unidades de mayor peso se encuentran las relacionadas con *Acropora* spp. al ser de los corales formadores de arrecifes. También, se encuentran las unidades relacionadas con *Porites* spp. que conforman montículos coralinos o franjas que bordean la parte trasera de arrecifes *franjeantes* y de barrera especialmente para el área del Caribe. Por su parte, las unidades relacionadas con *Pocillopora* spp. y *Pavona* spp. son importantes debido a que constituyen zonas dentro de las formaciones coralinas del Pacífico (Díaz et al. 2000).

En las unidades con pesos intermedios se destacan las compuestas por corales del género *Millepora* que crecen en profundidades entre 0 y 3 metros, en las crestas de los arrecifes expuestos a fuerte oleaje, la unidad denominada *Siderastrea siderea*-*Millepora complanata* común en áreas influenciadas en mayor o menor grado por el aporte de sedimentos a través de las desembocaduras de ríos y riachuelos y por la resuspensión de sedimentos por acción del oleaje, así como las Praderas de Macroalgas, en las cuales es común la presencia de fauna acompañante (Díaz et al. 2000).

En el grupo de las unidades con menor peso se encuentran Arena-Escombros coralinos, además de Costras de coral sobre roca, en las cuales la cobertura biótica es reducida debido que se trata de ambientes abrasivos (Díaz et al. 2000).

Pastos marinos

Definición del criterio

Las praderas de pastos marinos son un conjunto de plantas vasculares que desarrollan todo su ciclo biológico en ambientes acuáticos a una profundidad máxima de 60 metros (Gómez et al. 2015). En Colombia son propias del mar Caribe, se presentan a lo largo de la costa encontrándose más del 85% sobre la plataforma continental del departamento de la Guajira, con una extensión actual de 66.132 hectáreas (INVERMAR 2022, Gómez et al. 2020).

Para pastos marinos se seleccionó tipo de fondo como variable, cuyos pesos se describen en la **Tabla 42**.

Tabla 42. Rangos de caracterización otorgados a los pastos marinos.

Capa pastos marinos	Sensibilidad
Praderas de pastos marinos	Muy Alta
Coral-macroalgas-parches de pastos marinos, Macroalgas- parches de pastos marinos	Alta

	Praderas potenciales de pastos marinos.	Media				
Fuente: ANLA, 2022						
Manglares						
Definición del criterio	Colombia cuenta con 79.719 hectáreas de manglar en la costa Caribe y 209.402 hectáreas en la zona del Pacífico (Avendaño et al. 2019). Los manglares desempeñan una función ecológica muy importante en la zona intermareal ya que actúan como filtro natural de las descargas continentales, protegiendo a otros ecosistemas asociados como los pastos marinos y los arrecifes de coral y, son hábitat de crianza, refugio, anidación y alimentación de diversas especies de aves, peces, mamíferos, reptiles y anfibios. Estos ecosistemas también mitigan la erosión costera al reducir la energía del oleaje; la retención, fijación, estabilización y acreción del suelo, aumentando la resiliencia de la zona costera frente a escenarios de cambio climático, la regulación del microclima y la dinámica costera (INVEMAR 2022). Para este ecosistema se asignó la mayor sensibilidad (ver Tabla 42). Adicionalmente, se contempló dentro de la categorización a los manglares de aguas mixohalinas, que son aquellos que se desarrollan en zonas con influencia de agua dulce, tales como desembocaduras de ríos, sistemas lagunares, estuarios y ciénagas. La importancia de estos manglares radica en que en ellos ocurre un alto reciclaje de nutrientes que mantiene la productividad in situ, así como la de los ecosistemas adyacentes. Tabla 43. Rangos de caracterización otorgados a manglares. <table><tr><th>Capa manglares</th><th>Sensibilidad</th></tr><tr><td>Muy alta, Alta, Manglares de aguas mixohalinas.</td><td>Muy Alta</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2023		Capa manglares	Sensibilidad	Muy alta, Alta, Manglares de aguas mixohalinas.	Muy Alta
Capa manglares	Sensibilidad					
Muy alta, Alta, Manglares de aguas mixohalinas.	Muy Alta					
Lagunas costeras						
Definición del criterio	En el Caribe Colombiano se encuentran 67 lagunas que abarcan un área de 99.427 hectáreas. Las más representativas en cuanto a su extensión por departamento son: Bahía Honda en San Andrés (14 hectáreas), el complejo de piscinas de Manaure en la Guajira (4.740 hectáreas), la Ciénaga del Totumo en Atlántico (1.317 hectáreas), la Ciénaga del Virgen en Bolívar (2.430 hectáreas), el Complejo Ciénaga Santa Marta en Magdalena (76.638 hectáreas) y la Ciénaga La Caimanera en Sucre (169 hectáreas). Para la zona del Pacífico, las lagunas costeras se distribuyen en cuatro zonas: el delta de los ríos Juradó y Apartadó, la desembocadura de los ríos Catipre y Baudó, el delta del río San Juan, Bahía Málaga, la Bahía de Buenaventura y la desembocadura o deltas de los ríos San Juan del Micay, Guapi, Patía y Ensenada de Tumaco (Avendaño et al. 2019). Su importancia radica en que protegen a la costa contra tormentas, reciclan nutrientes, sirven de hábitat de organismos y son sustento de pesquerías. Dado que son utilizadas para la navegación industrial y turística, las lagunas costeras son altamente afectadas por la contaminación de sus aguas, la sobrepesca y la sedimentación excesiva (Díaz 2015). Teniendo en cuenta su importancia y grado de afectación, las lagunas costeras recibieron un rango de categorización intermedio (3).					
Humedales Pacífico Chocó y Humedales Caribe						
Definición del criterio	En Colombia los humedales son considerados como “un tipo de ecosistema que debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas permite la acumulación de agua temporal o permanentemente, creando un suelo característico con organismos adaptados a estas					

	condiciones, estableciendo dinámicas acopladas e interactuantes con flujos económicos y socioculturales que operan alrededor y a distintas escalas” (Jaramillo et al. 2016). La importancia especialmente para los humedales costeros, además de ser reguladores del ciclo del agua y del clima, también radica en la variedad de ambientes que se encuentran en estos ecosistemas tales como: las costas arenosas, las ciénagas y lagunas costeras, los estuarios, los planos inundables intermareales, las zonas pantanosas, los salares, los bosques de manglar, las marismas, entre otros y todos aquellos ambientes inundables cuyos pulsos determinan una dinámica importante en los procesos ecológicos y en las actividades humanas de las comunidades asociadas a estos ambientes (Alonso et al. 2003, en INVEMAR- Minambiente 2018). Para estos ecosistemas se seleccionó el criterio de permanente y temporal como variable para categorizar (Tabla 44). Lo anterior con razón a que los humedales permanentes permiten tiempos de residencia más estables para los organismos asociados a estos ambientes. Por otro lado, de la capa obtenida los humedales temporales constituyen la mayor cobertura, dado que pueden mantenerse bajo periodos secos significativos. Tabla 44. Rangos de caracterización otorgados a humedales. <table> <tr> <th>Capa humedales</th><th>Sensibilidad</th></tr> <tr> <td>Permanentes</td><td>Muy Alta</td></tr> <tr> <td>Temporales</td><td>Alta</td></tr> </table> Fuente: ANLA, 2022	Capa humedales	Sensibilidad	Permanentes	Muy Alta	Temporales	Alta
Capa humedales	Sensibilidad						
Permanentes	Muy Alta						
Temporales	Alta						

Se tipifica este criterio como vulnerabilidad en cuanto representa las características propias de los ecosistemas marino costeros sensibles, los cuales son de importancia para la biodiversidad, y que pueden verse alterados ante factores externos naturales o antrópicos.

Criterio 2. Sitios prioritarios de conservación (SPC)	
Tipo: Vulnerabilidad	
Estado de actualización: junio 2022	
Definición del criterio	Los SPC son la base sobre la cual se establecen los escenarios o los portafolios que presenta INVEMAR para la implementación de diversas estrategias de conservación y especialmente como herramienta para un diseño de una red de áreas marinas protegidas que se usa en el SAMP (Sistema de Áreas Marinas Protegidas), para poder identificar áreas en que pudieran concentrarse esfuerzos de conservación y asegurar así la representatividad de la biodiversidad y el cumplimiento de las metas mínimas que aseguren su preservación en el tiempo. A los SPC se les ha asignado el rango de categorización de muy alta (5). Si bien la presencia o identificación de SPC no constituyen un argumento para que sean áreas de exclusión o restrictivas al momento de ejecutar proyectos, obras o actividades, la identificación de estos sitios se ha basado en estudios de fuentes cartográficas, biológicas y oceánicas por parte de expertos, y se considera importante que frente a las áreas de zonificación espacial que hace el usuario en su EIA pueda tener presente e incluir estos SPC, como áreas donde se deben llevar mejores prácticas de la industria para poder identificar esos elementos sensibles en caso tal que se encuentren dentro del área de influencia.



	Se entienden los Sitios Prioritarios de Conservación (SPC) como vulnerables debido a que representan aquellas áreas donde se pretende asegurar la preservación y representatividad de la biodiversidad a lo largo del tiempo debido a sus características, siendo así sustancialmente susceptibles ante posibles cambios internos y externos.
--	---

B. MEDIO ABIÓTICO

Para el medio abiótico fueron consideradas 10 capas de geomorfología marino-costera, donde se pueden identificar los paisajes costeros propios de procesos sedimentarios y los de procesos erosivos, además de la geomorfología representativa de fondos marinos en algunos sectores.

Las capas empleadas fueron:

1. Geomorfología del Caribe (Posada y Henao 2008),
2. Geomorfología del Pacífico (Posada y Henao 2008),
3. Geomorfología Islas del Rosario (Posada et al. 2011),
4. Geomorfología Tortuguilla (Posada et al. 2011),
5. Geomorfología Providencia (Posada et al. 2011),
6. Geomorfología Malpelo (Posada et al. 2011),
7. Geomorfología Isla Fuerte (Posada et al. 2011),
8. Geomorfología Gorgona (Posada et al. 2011),
9. Geomorfología COL3 (Garrido et al. 2014) y Geomorfología COL5 (Garrido et al. 2014)
10. Geomorfología ANH1 (INVEMAR-ANH 2008).

Además de las anteriores, en la página de accesos a datos ambientales del INVEMAR también se identificaron las capas de Erosión Costera, Playones, Playas y Acantilados. Aunque estas capas no se incorporaron directamente en la clasificación de sensibilidad, sí se consideraron al establecer los rangos para categorizar la geomorfología.

Los rangos de categorización empleados para la geomorfología marino-costera corresponden a los presentados en la Tabla 44.

Criterio 3. Geomorfología marino - costera	
Tipo: Vulnerabilidad	
Estado de actualización: junio 2022	
Definición del criterio	En Colombia se cuenta con una gran variedad de geoformas marino-costeras asociadas a la geomorfología propia de zonas tropicales y a las tres condiciones de clima marítimo representativo para regiones específicas del país que son: Caribe con costas micromareales, oleajes energéticos en zonas de generación y tres desembocaduras de altos caudales de los ríos Magdalena, Sinú y Atrato; Pacífico con costas macromareales, oleajes de fondo, altas precipitaciones y múltiples desembocaduras; finalmente, zonas insulares con oleajes energéticos y sin fuentes de aportes de sedimentos continentales. De las geoformas dominantes en la zona costera se cuenta con aquellas formadas por la

erosión de acantilados y terrazas, las desarrolladas por actividad biológica y las aportadas por fuentes externas. De acuerdo con Posada et al. (2008), Posada et al. (2009) y Posada et al. (2011), a lo largo de las costas colombianas se aprecian fuertes eventos erosivos principalmente concentrados en Guajira, Córdoba y Chocó, además de la fragilidad de las zonas insulares debido al poco aporte de sedimentos que realimenten la franja costera, así como los procesos de sedimentación en cuerpos de agua lénticos como las lagunas costeras y bahías. Lo anterior ha sido confirmado por otros autores como, CEPAL y UC-IH Cantabria (2015), Rangel-Buitrago y Anfuso (2009), Ricaurte-Villota et al. (2018), Restrepo et al. (2018) e INVEMAR-IDEAM (2017).

El rango de categorización asignado a cada una de las diferentes geoformas se dio con base en la función que cumplen, su capacidad para transformar la energía del océano, su exposición a los agentes climáticos y su capacidad para mantener su forma modal sin sufrir procesos acelerados de erosión o sedimentación.

Tabla 45. Rangos de caracterización otorgados a las geoformas costeras y marinas.

Capa geomorfología marino-costera	Sensibilidad
Laguna costera, Bajo coralino, Espigas, Barra de arena, Isla barrera, Pantano de manglar intervenido, Parches arrecifales	Muy Alta
Pantano de manglar, Plataforma y barras arrecifales, Playas, Playones, Campos de dunas, Isla, Islote, Plataforma marina de abrasión, cayos o cerros residuales por abrasión marina.	Alta
Terraza marina, Plataforma de abrasión elevada, Llanura marina o costera, Salares y zonas de inundación, Salitral, Terraza coralina, Bajos, Barra intermareal, pantano de transición, llanura costera, Cañón submarino, Talud continental	Media
Plataforma continental, Abanicos, Cordón litoral, Planicie aluvial, Terraza aluvial costera, Relleno antrópico, Yardangs, Fondos de arena, colinas de disección, Canal, Cono, Domo, Levee.	Baja
Área urbana, Valle aluvial, Colinas y montañas, Cordón litoral antiguo, Llanura aluvial, Pantano de agua dulce, Pedimentos, Ríos, Valle aluvial, Colinas residuales, fondos de lodo, Falda, Colinas, Cuenca, Hoyo, Loma aislada, Conos Coluvioaluviales.	Muy Baja

Fuente: ANLA, 2022

Tabla 46. Rangos de categorización otorgados a la proyección a 2040 del Ascenso del Nivel del Mar.

Capa Ascenso del Nivel del Mar	Sensibilidad
Proyección a 2040 del Ascenso del Nivel del Mar	Muy Alta

Fuente: INVEMAR, 2021

Con base en la información correspondiente a la proyección al 2040 del Ascenso del Nivel del Mar, que se muestra en la Tabla 45, generada por INVEMAR dentro del proyecto CLIMARES, la cual corresponde a una Sensibilidad Muy Alta, se comparó esta información con las capas geomorfológicas revisadas y analizadas en 2022. De esta revisión se tomó el criterio de asignar una valoración de Sensibilidad Muy Alta en las geoformas analizadas en 2022 que coinciden con las del Ascenso del Nivel del Mar para realizar la actualización correspondiente, y se dejó la misma calificación a las geoformas que no se traslapan con la capa de la proyección a 2040 del ascenso del nivel del mar.

Corresponde a un criterio de vulnerabilidad en cuanto representa las características físicas propias del ambiente marino-costero, que guarda relación con la función de las geoformas en interacción con distintos factores externos que amenazan la estabilidad de estas, tal como lo son los fenómenos climáticos y marinos, y los procesos antrópicos que se puedan dar en estos entornos.



Una vez establecidos los criterios para obtener la capa final de sensibilidad marino-costera, se integraron las capas del medio biótico con las capas del medio abiótico.

Inicialmente, se agrupó la información geográfica de cada uno de los ecosistemas evaluados en el primer filtro: Corales, Pastos marinos, Manglares, Lagunas costeras y Humedales, la cual contaba con una ponderación específica por cada ecosistema de 1 a 5, en donde 1 representa el valor más bajo y 5 el más alto.

Una vez agrupada la información para los 5 ecosistemas, en donde se presenta el valor asignado por ecosistema para cada punto evaluado, se tomó el valor máximo encontrado en cada punto, es decir, se priorizó la presencia del ecosistema más sensible sobre los demás. Las capas de Ecosistemas estratégicos y Sitios prioritarios de conservación se usaron para otorgar un peso mayor en las áreas donde se cruzaron con las capas de los ecosistemas específicos, afectando el rango de categorización con un factor de 2. Donde no hubo cruce de capas, se mantuvo el porcentaje inicial (ver Figura 22).

Figura 22. Mapa de sensibilidad ambiental marino costera para el medio biótico.



Fuente: ANLA, 2023

Por otro lado, las capas geomorfológicas del medio abiótico fueron integradas y no fue necesario hacer ponderaciones con estas, por lo tanto, los rangos de categorización son los mismos definidos desde el inicio. En la **Figura 23** se presenta la sensibilidad ambiental para el medio abiótico.

Figura 23. Mapa de sensibilidad ambiental marino costera para el medio abiótico.



Fuente: ANLA, 2023

Para obtener la capa ponderada del componente marino-costero, una vez obtenidas las capas de sensibilidad de los medios biótico y abiótico, se asignó un porcentaje de 60% a la sensibilidad biótica y 40% a la sensibilidad física o abiótica. En las zonas donde no se contaba con datos para definir sensibilidad en alguno de los dos medios, ésta se asignó a partir del medio con información.

De acuerdo con el resultado del ejercicio de sensibilidad, se encontraron áreas con sensibilidad alta y muy alta localizadas principalmente en San Andrés y Providencia, sobre la franja costera del Caribe asociado a la presencia de áreas coralinas, plataformas coralinas y lagunas costeras. Por otra parte, en el Pacífico las sensibilidades alta y muy alta estuvieron asociadas a la presencia de islas barrera, lagunas costeras, flechas litorales, manglares y humedales.

Es importante resaltar que, para el medio biótico en la región del Pacífico, la información disponible es menos representativa por estar limitada a algunas zonas específicas. Por otro lado, la capa de geomorfología del

Pacífico es mucho más extensa y, por lo tanto, los resultados en esta región del país muestran que la sensibilidad final está determinada predominantemente por el medio abiótico.

Figura 24. Sensibilidad marino-costera 2023.



Fuente: ANLA, 2023

Tabla 47. Categorías de criticidad definidas para los criterios seleccionados - componente marino costero

Valor	Categoría de criticidad	Ecosistemas sensibles	Sitios Prioritarios de Conservación (SPC)	Geomorfología marino-costera	Interpretación final
Criterio de cruce		Suma ponderada (Etapa 1)			
5	Muy Alta	Presencia Acropora cervicornis, Acropora palmata-Pseudodiploria spp., Praderas de pastos marinos, Corales mixtos, Gorgonia spp-Algas y esponjas incrustantes, Mosaico de comunidades coralinas, Octocorales, Octocorales- Corales costeros, Octocorales-Corales mixtos, Octocorales-esponjas, Octocorales-Esponjas-Antipatarios, Orbicella spp. Pavona spp., Pavona spp-Porites spp, Pocillopora damicornis - Psammocora stellata, Pocillopora spp, Porites porites, Porites porites-pastos marinos. Presencia de manglares de aguas mixohalinas. Presencia de humedales permanentes.	Presencia de Sitios Prioritarios de Conservación (SPC)	Presencia de geoformas tales como: Laguna costera, Bajo coralino, Espigas, Barra de arena, Isla barrera, Pantano de manglar intervenido, Parches arrecifales	La presión sobre las áreas marino-costeras es muy alta debido a la presencia de ecosistemas sensibles y geoformas de criticidad muy alta, así como de Sitios Prioritarios de Conservación (SPC).
4	Alta	Presencia de Coral-macroalgas-parches de pastos marinos, macroalgas-parches de pastos marinos, Esponjas, Macroalgas-Pastos marinos, Macroalgas-zoantídeos, Millepora alcicornis-Pastos marinos, Siderastrea siderea-Millepora complanata. Presencia de humedales temporales.	NA	Presencia de geoformas tales como: Pantano de manglar, Plataforma y barras arrecifales, Playas, Playones, Campos de dunas, Isla, Islote, Plataforma marina de abrasión, cayos o cerros residuales por abrasión marina.	La presión sobre las áreas marino-costeras es alta debido a la presencia de ecosistemas sensibles y geoformas de criticidad alta
3	Moderada	Presencia de praderas potenciales de pastos marinos, Agaricia spp-Corales mixtos, Agaricia tenuifolia, Algas pétreas- Millepora complanata-Zoantídeos, Corales masivos y costeros sobre escombros coralinos, Esponjas incrustantes, Macroalgas, Rodolitos, Sedimentos bioturbados-algas calcáreas. Presencia de lagunas costeras	NA	Presencia de geoformas tales como: Terraza marina, Plataforma de abrasión elevada, Llanura marina o costera, Salares y zonas de inundación, Salitral, Terraza coralina, Bajos, Barra intermareal, pantano de transición, Llanura costera, Cañón submarino, Talud continental	La presión sobre las áreas marino-costeras es moderada debido a la presencia de ecosistemas sensibles y geoformas de criticidad moderada.
2	Baja	Presencia de algas sobre escombros coralinos, Arena-escombros coralinos, Cascajo y escombros coralinos, Costras de coral sobre roca, Fondo coralino indeterminado.	NA	Presencia de geoformas tales como: Plataforma continental, Abanicos, Cordón litoral, Planicie aluvial, Terraza aluvial costera, Relleno antrópico, Yardangs, Fondos de arena, colinas de disección, Canal, Cono, Domo, Levee.	La presión sobre las áreas marino-costeras es baja debido a la presencia de ecosistemas sensibles y geoformas de criticidad baja.
1	Muy Baja	NA	NA	Presencia de geoformas tales como: Área urbana, Valle aluvial, Colinas y montañas, Cordón litoral antiguo, Llanura aluvial, Pantano de agua dulce, Pedimentos, Ríos, Valle aluvial, Colinas residuales, fondos de lodo, Falda, Colinas, Cuenca, Hoyo, Loma aislada, Conos Coluvioaluviales.	La presión sobre las áreas marino-costeras es muy baja debido a la presencia de geoformas de criticidad muy baja.
Algebra de mapas		Etapa 1			



IX. SENSIBILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Para establecer las capas utilizadas para realizar la sensibilidad al cambio climático, se definieron dos criterios fundamentales garantizando una evaluación integral del impacto climático en el territorio. Este enfoque combinó proyecciones futuras de cambio climático con condiciones actuales de vulnerabilidad, proporcionando una visión completa y coherente de la sensibilidad territorial. Los datos utilizados para esta capa provienen del IDEAM, en el marco de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, y de insumos del DNP relacionados con el Índice de Riesgo de Desastres.

- ✓ **Criterio 1. Sensibilidad por el cambio climático:** Este criterio incluye los escenarios proyectados de cambio climático, específicamente las capas de variación porcentual de precipitación y aumento de temperatura para el periodo 2011-2040. Estas capas reflejan cómo se espera que las alteraciones climáticas modifiquen las condiciones actuales del territorio en el futuro, permitiendo anticipar posibles impactos derivados de estas transformaciones.
- ✓ **Criterio 2. Sensibilidad por variabilidad climática:** Este criterio aborda las sensibilidades presentes, integrando factores como el Índice de precipitación estandarizada, las áreas de inundación causadas por el Fenómeno La Niña 2010-2011, y el Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades. Estas capas reflejan la exposición histórica y actual del territorio frente a eventos climáticos extremos y su capacidad de respuesta.

Se realizó un cruce de mapas temáticos relacionados con variables de cambio climático, considerando las cinco capas mencionadas en los criterios, para generar una capa final que representa la sensibilidad al cambio climático en el territorio. Posteriormente (2021), se asignaron calificaciones en una escala de 1 a 5 a los elementos de esta capa, donde 5 corresponde a los elementos con mayor impacto o afectación sobre el territorio y 1 a los de menor impacto. Los mapas intermedios que se tuvieron en cuenta para la generación del mapa de sensibilidad del territorio al cambio climático son:

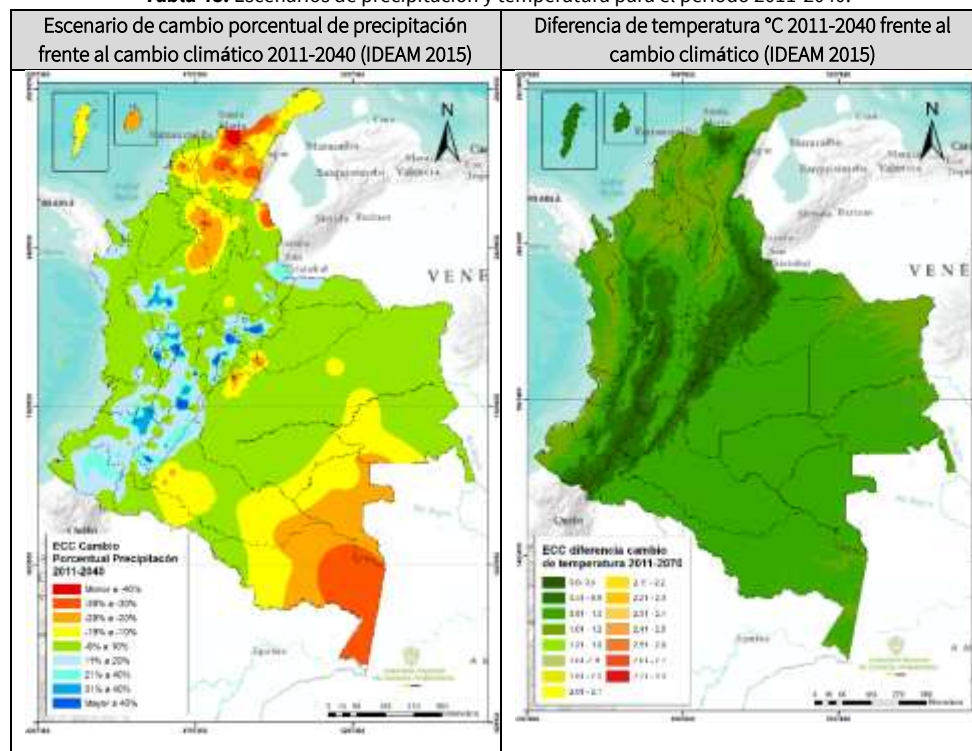
Criterio 1. Sensibilidad por el cambio climático	
Tipo: Amenaza	
Estado de actualización: Capa incorporada en el 2021.	
Temporalidad de actualización: Según la actualización de la información generada por el IDEAM	
Definición del criterio	El primer criterio para la definición de la sensibilidad ambiental corresponde a las variables por cambio climático. Dentro de estas se tuvo en cuenta los escenarios de precipitación y temperatura elaborados por el IDEAM en el marco de la Tercera Comunicación por Cambio Climático en el año 2015. Las variables de variación porcentual de precipitación y aumento de temperatura para el periodo 2011-2040 se clasifican como "amenaza" porque representan factores climáticos que pueden generar impactos adversos en el territorio. La amenaza en este contexto se refiere a la probabilidad de que un fenómeno natural potencialmente peligroso ocurra y cause efectos negativos en el medio ambiente, la infraestructura y la sociedad. Escenarios de precipitación y temperatura para el periodo 2011-2040 (IDEAM,2015): Las Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático son el principal mecanismo por el cual los países muestran los diferentes avances e información generada en aras de hacer frente al cambio climático (IDEAM, 2017). Dentro del ejercicio de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC) desarrollada para Colombia desde el año 2015, mediante los datos recolectados para estas dos variables por largos periodos de y un

análisis de trayectorias representativas de concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se desarrollaron los escenarios para tres períodos de tiempo diferentes: 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, respecto a los resultados obtenidos para el periodo de 1976-2005 (IDEAM, 2015).

Dentro de este ejercicio, se consideró pertinente involucrar en la sensibilidad ambiental el escenario comprendido entre 2011 a 2040, debido a que incluye el periodo en el que nos encontramos actualmente, e involucra los cambios de precipitación y temperatura esperados a corto plazo.

Respecto a la temperatura, los valores más críticos corresponden a aumentos entre 1°C y 1,2°C, mientras que los menores aumentos están dentro del rango de 0°C a 0,5°C. Por su parte, para el escenario de precipitación se consideró que los valores de cambios porcentuales extremos, tanto en aumento como déficit de la precipitación, representan la condición más alta de criticidad, mientras que las menores variaciones esperadas (precipitación $\pm 10\%$) representan la condición de menor criticidad. A continuación, se presentan los escenarios.

Tabla 48. Escenarios de precipitación y temperatura para el periodo 2011-2040.

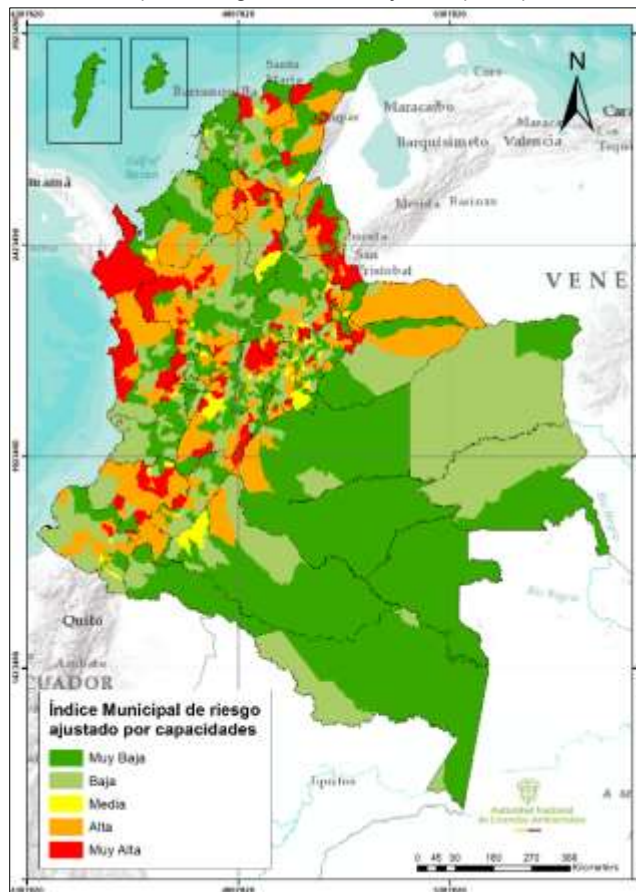




	mitigación y adaptación que reduzcan los impactos adversos derivados de las alteraciones climáticas.
--	--

Criterio 2. Sensibilidad por variabilidad climática													
Estado de actualización: Incluida desde 2021													
Temporalidad de actualización: Según la actualización de la información generada por el IDEAM y el DNP													
Definición del criterio	El segundo criterio, que se refiere a la variabilidad climática, el cual está representado por El Índice de Precipitación Estandarizada (SPI), Áreas de Inundación durante el Fenómeno de La Niña 2010-2011 del IDEAM e Índice Municipal de Riesgo Ajustado por Capacidades del DNP 2023) son consideradas como parte de la variabilidad climática porque reflejan cambios en las condiciones meteorológicas presentes e históricas, así como la respuesta del territorio a eventos climáticos extremos en el pasado y presente. Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades (DNP – 2023): El índice Municipal de riesgo ajustado por capacidades es una herramienta que indica el nivel de riesgo con el que cuentan las poblaciones de cada municipio del país ante eventos hidrometeorológicos como movimientos en masa, inundaciones y/o avenidas torrenciales, asociado, además, con la capacidad de responder frente a este de una manera efectiva. Este índice toma en cuenta dos componentes principales: el riesgo y las capacidades (DNP,2023).Dado que la capacidad adaptativa es un factor clave en la sostenibilidad y resiliencia de los territorios frente a los efectos del cambio climático, esta variable proporciona una visión integral sobre la preparación de los municipios para enfrentar estos eventos. En este sentido, el índice fue categorizado en cinco clases, que van desde muy baja hasta muy alta capacidad de respuesta, permitiendo una mejor identificación de los territorios con mayores necesidades de intervención. Desde el enfoque de la ANLA, el análisis de esta capa contribuye a fortalecer la toma de decisiones en la evaluación de impactos ambientales y climáticos, asegurando que los proyectos bajo licenciamiento incorporen medidas que promuevan la resiliencia y la adaptación al cambio climático en los territorios más vulnerables. Teniendo en cuenta lo anterior, para el presente ejercicio se categorizó este índice en 5 clases, que van desde muy baja a muy alta, tal y como se muestra en la siguiente tabla. Tabla 49. Categorización índice municipal de riesgo ajustado por capacidades. <table><tr><th>Categoría de criticidad</th><th>Índice Municipal de riesgo ajustado por capacidades</th></tr><tr><td>Muy Alta</td><td>≥ 62</td></tr><tr><td>Alta</td><td>55-61</td></tr><tr><td>Media</td><td>53-54</td></tr><tr><td>Baja</td><td>46-52</td></tr><tr><td>Muy Baja</td><td>≤ 45</td></tr></table> Fuente: ANLA, 2023, basado en (DNP,2023)	Categoría de criticidad	Índice Municipal de riesgo ajustado por capacidades	Muy Alta	≥ 62	Alta	55-61	Media	53-54	Baja	46-52	Muy Baja	≤ 45
Categoría de criticidad	Índice Municipal de riesgo ajustado por capacidades												
Muy Alta	≥ 62												
Alta	55-61												
Media	53-54												
Baja	46-52												
Muy Baja	≤ 45												

Figura 25. Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades (DNP – 2018).

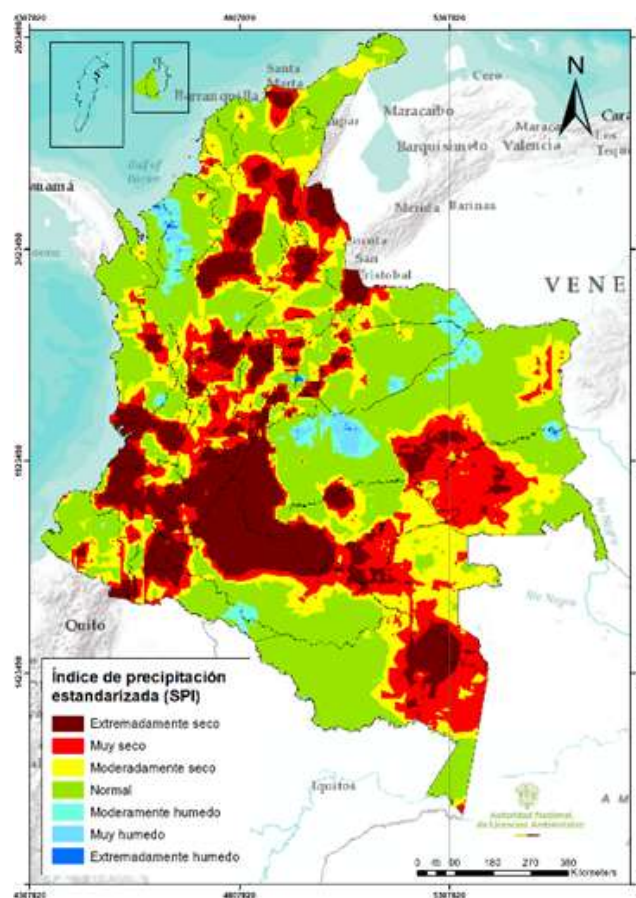


Fuente: ANLA, 2023, basado en (DNP,2023)

Índice de precipitación estandarizada (IDEAM)

El índice de precipitación estandarizada es un indicador que permite categorizar y cuantificar el déficit de precipitación en las diferentes áreas del país en varias escalas temporales, con el fin de identificar aquellas áreas que se podrían verse afectadas por la escasez del recurso hídrico. El mapa presentado, generado por el IDEAM (2016), categoriza este índice en 7 clases: extremadamente seco, moderadamente seco, ligeramente seco, normal, ligeramente húmedo, moderadamente húmedo y extremadamente húmedo, siendo las categorías relacionadas con el déficit del recurso, las más críticas en cuanto a la sensibilidad.

Figura 26 . Índice de precipitación estandarizada (SPI) (IDEAM 2016)



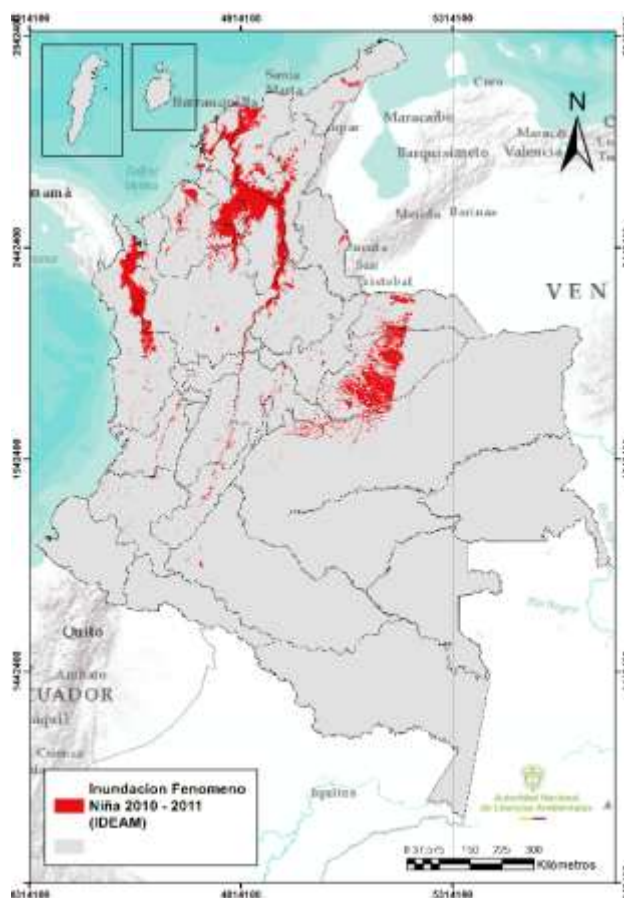
Fuente: ANLA, 2023, basado en (IDEAM,2016)

Inundación Fenómeno Niña 2010-2011 (IDEAM)

Las áreas de inundación durante el Fenómeno de La Niña 2010-2011 reflejan zonas altamente sensibles a excesos de precipitación, evidenciando la exposición recurrente del territorio a eventos hidrometeorológicos extremos. Esta capa se considera una amenaza dentro de la sensibilidad por variabilidad climática, ya que indica regiones con alto riesgo de afectación ante anomalías positivas de lluvia.



Figura 27 Inundación Fenómeno Niña 2010-2011 (IDEAM)



Fuente: ANLA, 2023, basado en (IDEAM,2013)

Implicaciones en el marco del licenciamiento	El criterio de sensibilidad por variabilidad climática es fundamental en el licenciamiento ambiental, ya que permite identificar áreas expuestas a eventos hidrometeorológicos extremos y evaluar su capacidad de respuesta. La incorporación de capas como el Índice de Precipitación Estandarizada (SPI), las áreas de inundación del Fenómeno de La Niña 2010-2011 y el Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades (DNP, 2023) en los procesos de evaluación y seguimiento de licencias ambientales permite anticipar riesgos, definir restricciones y establecer medidas de adaptación en los proyectos sujetos a licenciamiento. Desde la misionalidad de la ANLA, esta información es clave para garantizar que los proyectos minimicen su vulnerabilidad frente a la variabilidad climática, incorporen estrategias de gestión del riesgo y promuevan un desarrollo sostenible alineado con la protección de los recursos naturales y la resiliencia territorial.
--	---

Para obtener una capa de sensibilidad ambiental final con 5 categorías uniformes (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) utilizando las capas que tienen diferentes clasificaciones iniciales, se debe normalizar la información de cada capa antes de combinarlas y aplicar el método de Natural Breaks - Jenks. A continuación, se detalla el proceso paso a paso:





1. Reclasificación de las capas iniciales

Como las capas tienen diferentes clasificaciones, es necesario reclasificarlas a un rango común (por ejemplo, de 1 a 5) para facilitar la combinación. Este paso asegura que cada capa contribuya de manera uniforme al cálculo final.

Tabla 50 Categorías de criticidad definidas para las variables de sensibilidad y variabilidad al cambio climático

Criterio de cruce		Variables de sensibilidad y variabilidad al cambio climático				
Valor	Categoría criticidad (riesgo por cambio climático)	Diferencia de temperatura	Cambio porcentual de precipitación	Índice de riesgo por capacidades ajustado	Precipitación estandarizada (SPI)	Fenómeno de la niña
5	Muy alta	>1.2°C: Cambios irreversibles: colapso de ecosistemas (coral, páramos), migración de especies, y aumento de desastres naturales (inundaciones, deslizamientos).	Disminución (< -40%): Sequías extremas, pérdida total de cultivos, desertificación y crisis humanitaria. Aumento (> +40%): Inundaciones catastróficas, destrucción de infraestructura y desplazamientos masivos.	Los municipios en esta categoría enfrentan amenazas extremas y carecen de capacidades básicas para responder a desastres.	Escasez de precipitación sumamente pronunciada, con alto riesgo de afectaciones en cultivos y disponibilidad hídrica.	Corresponden a las áreas afectadas por inundaciones durante el fenómeno de La Niña 2010-2011, caracterizadas por alta susceptibilidad a eventos futuros y que requieren atención prioritaria en la gestión del riesgo.
4	Alta	1.01 - 1.2°C: Sequías severas, pérdida de biodiversidad (especialmente en zonas andinas y amazónicas), y riesgos para la seguridad alimentaria.	Disminución (-39% a -30%): Sequías prolongadas, reducción crítica de agua y estrés en ecosistemas. Aumento (+31% a +40%): Inundaciones importantes, daños a cultivos y erosión del suelo.	Existe una alta exposición a amenazas naturales y las capacidades locales son insuficientes para manejar desastres de manera efectiva.	Déficit de precipitación notable, con riesgos moderados de escasez de agua para diferentes usos.	-
3	Media	0.81 - 1.0°C: Sequías e inundaciones más frecuentes, estrés en ecosistemas como páramos y bosques, y afectación a especies sensibles.	Disminución (-29% a -20%): Sequías moderadas, afectación a cultivos y reducción de caudales. Aumento (+21% a +30%): Inundaciones localizadas, daños menores a cultivos y aumento de plagas.	Los municipios enfrentan amenazas significativas, pero cuentan con capacidades parciales para gestionarlas.	Ligero déficit de lluvia, sin llegar a condiciones críticas, pero que puede requerir monitoreo preventivo.	-
2	Baja	0.51 - 0.8°C: Ligero aumento en eventos climáticos extremos (lluvias intensas o sequías), afectando cultivos y recursos hídricos.	Disminución (-19% a -10%): Sequías leves, impacto moderado en agricultura y recursos hídricos. Aumento (+11% a +20%): Lluvias intensas ocasionales, beneficios para cultivos y riesgo leve de encharcamientos.	Aunque existen algunas amenazas, las capacidades locales son suficientes para mitigar los impactos.	Condiciones cercanas a la normalidad o con ligeros excedentes de lluvia, sin problemas hídricos relevantes.	-
1	Muy Baja	0.0 - 0.5°C: Cambios leves en patrones de lluvia y temperaturas, con impactos casi imperceptibles en agricultura y ecosistemas.	Variabilidad (-9% a +10%): Impactos casi imperceptibles, dentro de la variabilidad climática normal.	Los municipios en esta categoría tienen una exposición muy baja a amenazas naturales y cuentan con capacidades sólidas para gestionar desastres.	Exceso de precipitación, pudiendo llegar a riesgos de inundaciones o saturación de suelos en los casos más extremos.	Corresponden a sectores sin afectaciones durante el fenómeno de La Niña 2010-2011, con menor probabilidad de inundación; no obstante, se recomienda mantener acciones de monitoreo y prevención.



2. Conversión a formato ráster

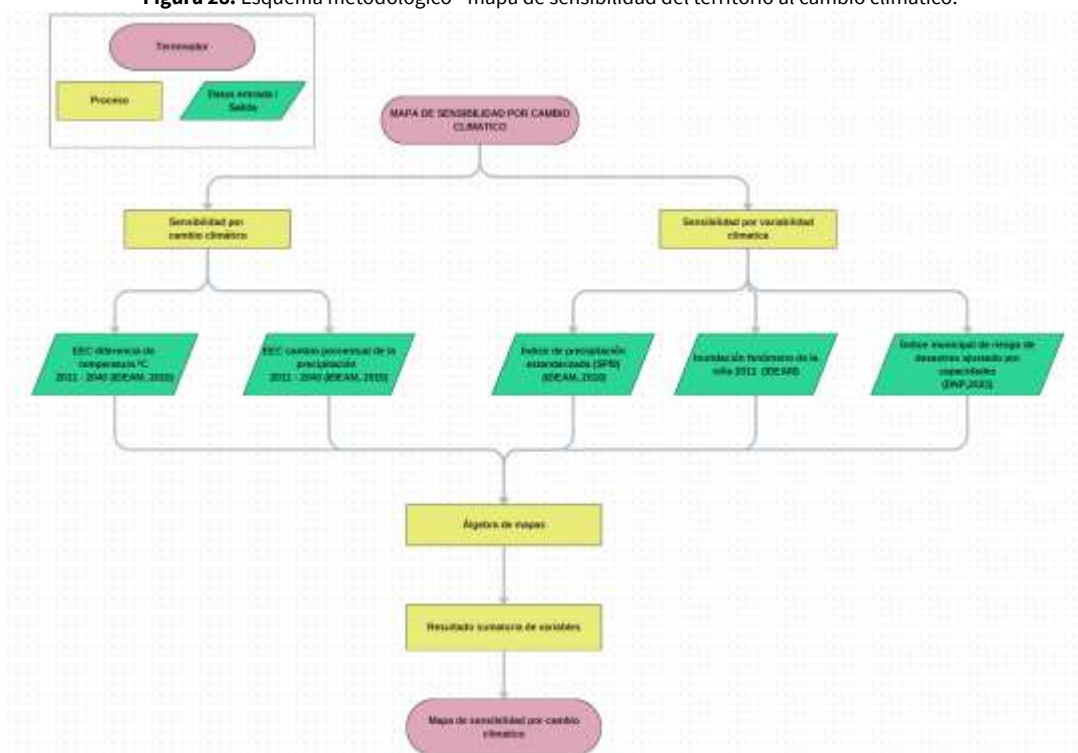
Para realizar el álgebra de mapas todas las capas deben estar en formato ráster y que tener la misma resolución espacial, extensión y sistema de referencia espacial. Esto es fundamental para poder combinarlas correctamente.

3. Álgebra de mapas para la sumatoria

Se realizó el álgebra de mapas combinando cinco capas temáticas, donde a cada capa se le asignó el mismo peso relativo (0.2). La fórmula utilizada fue:

Sensibilidad Total= (Fenómeno de La Niña×0.2) +(Índice de Riesgo Ajustado por Capacidades×0.2) +(Diferencia de Temperatura ECC ×0.2) +(Cambio Porcentual de Precipitación ECC ×0.2) +(Precipitación Estandarizada×0.2)

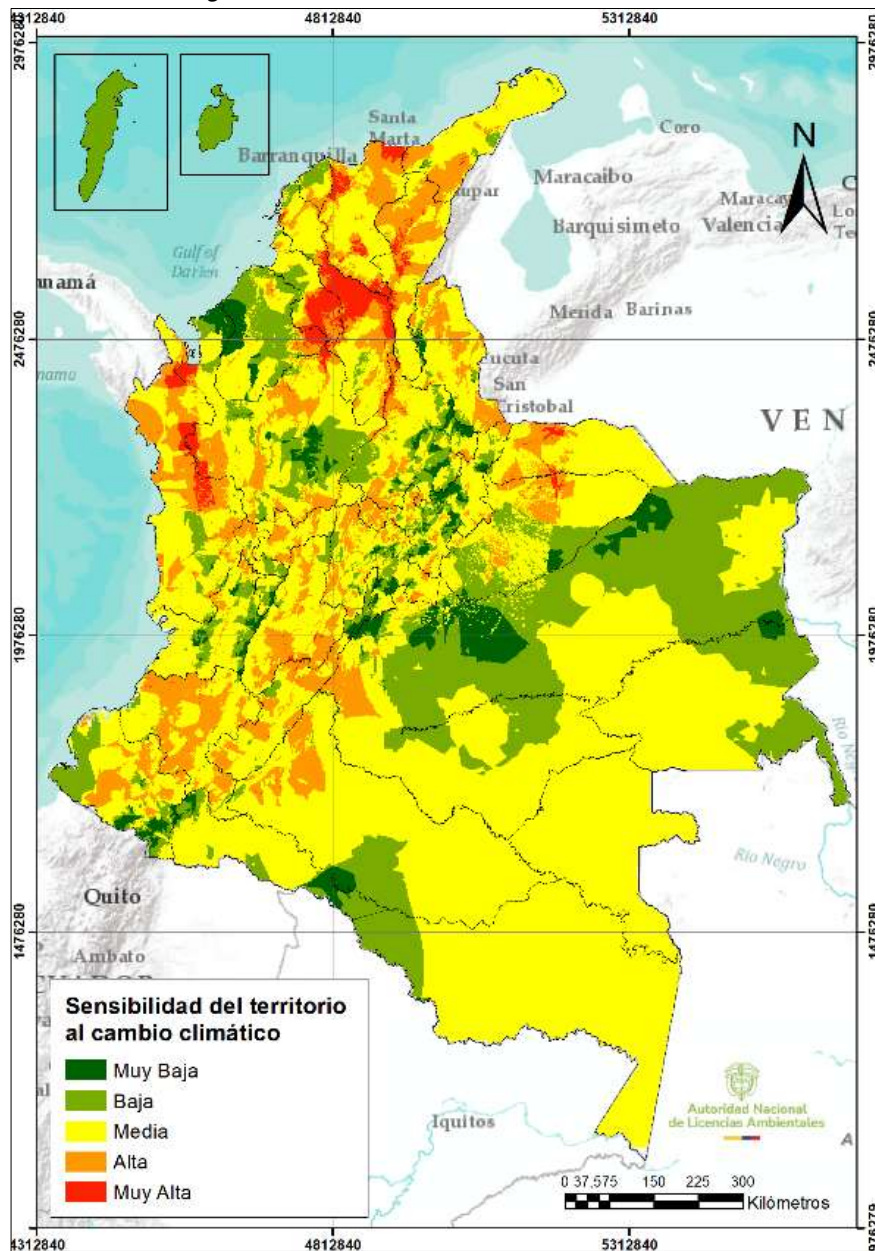
Figura 28. Esquema metodológico - mapa de sensibilidad del territorio al cambio climático.



Fuente: ANLA, 2024

Luego de realizar la sumatoria de los valores de cada uno de los criterios para cada punto, se procedió a categorizar el resultado en sensibilidad muy baja, baja, moderada, alta y muy alta, generando así el mapa final para cambio climático (Figura 29)

Figura 29. Sensibilidad del territorio al cambio climático.



Fuente: ANLA, 2023



X. PONDERACIÓN SENSIBILIDAD AMBIENTAL TOTAL

El cálculo de la sensibilidad ambiental total se discrimina para el área continental y el área marino-costero de la superficie nacional de Colombia.

A. CONTINENTAL

La superposición ponderada de las capas fue realizada en tres (3) etapas:

1). Se realizó una superposición de los componentes analizados del medio físico, con el fin de generar una sensibilidad intermedia de este medio entre los criterios 1. Hídrico superficial, 2. Hídrico Subterráneo, 3. Atmosférico y 4. Geotecnia, otorgando un mayor peso a las capas hídricas (30% cada una), debido a que la afectación a este recurso impacta directamente los sistemas naturales y las estructuras socioeconómicas regionales.

Para la actualización de 2024, para el componente hídrico superficial se desarrollaron dos sensibilidades: una para calidad de agua y otra relacionada con la cantidad, en ese sentido, para este recurso se dividió el peso asignado a estas dos variables, otorgando un 15% para el subcomponente Hídrico superficial – cantidad y 15% para hídrico superficial – calidad. La asignación de estos pesos a cada subcomponente está dada de acuerdo con el número de variables empleadas para cada uno de estos según el ENA 2022, en donde el subcomponente “cantidad” emplea nueve variables entre las que se encuentran: Variabilidad del recurso hídrico en condiciones extremas, índice de presión hídrica sobre los ecosistemas, índice de alteración potencial sobre la calidad del agua, erosión hídrica potencial, entre otros.

Asimismo, es de destacar que, para la presente actualización del ejercicio de sensibilidad ambiental, se elaboraron dos capas relacionadas con el componente hídrico subterráneo: riesgo de contaminación de aguas subterráneas someras y riesgo de alteración sobre la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.

La ponderación para el medio físico se muestra en la **Tabla 51**

Tabla 51. Porcentajes de peso de ponderación de sensibilidad del medio físico.

MEDIO	COMPONENTE	% Peso
Físico	Hídrico superficial - cantidad	15
	Hídrico superficial - calidad	15
	Hídrico Subterráneo – Riesgo Contaminación	15
	Hídrico Subterráneo – Riesgo alteración oferta	15
	Atmosférico	20
	Geotecnia	20
TOTAL		100

Fuente: ANLA, 2024

2). Se realizó una superposición de los medios ambientales (Físico y Biótico) y las capas transversales de licenciamiento ambiental y sensibilidad frente al cambio climático. Donde los mayores pesos otorgados en la ponderación se asignaron a las sensibilidades de los medios ambientales, esto teniendo en cuenta que la manifestación de impactos acumulativos se da principalmente en estos dos medios. Por otro lado, tanto la sensibilidad al licenciamiento ambiental como al cambio climático se consideran componentes transversales, por tanto, se asignan los pesos de 10% y 5% respectivamente:

Tabla 52. Porcentajes de pesos de los medios ambientales y capas transversales.

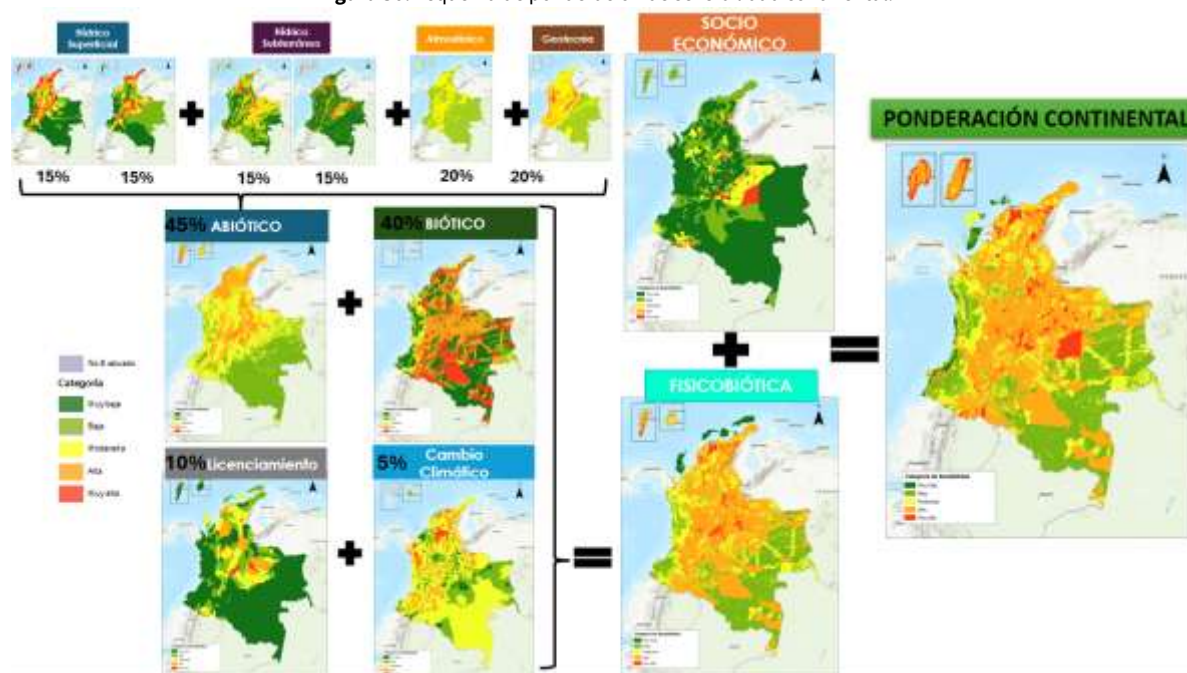
Medios Ambiental	Capas Transversales	% Peso
Físico	-	45
Biótico	-	40
-	Licenciamiento	10
-	Cambio Climático	5
TOTAL		100

Fuente: ANLA, 2022

3). A los valores resultantes del paso anterior, se les agregó los valores máximos de la sensibilidad del medio socioeconómico (categoría alta y muy alta), en aquellos pixeles que tenían un menor valor, dando en este caso una alerta directa sobre las áreas con mayor conflictividad socioambiental, evidenciado en los municipios con más de 55 quejas, reclamos y/o denuncias ambientales y en las áreas de intervención de los proyectos que presentan un proceso jurídico activo.

En la **Figura 30** se presentan los resultados obtenidos para el ejercicio de sensibilidad ambiental total continental.

Figura 30. Esquema de ponderación de sensibilidad continental.



Fuente: ANLA, 2024

B. MARINO COSTERO

Para el caso del área marino-costera, debido a la insuficiencia de información detallada (áreas grises), la ponderación corresponde a una suma de estadísticos máximos de las capas con información en esta zona: 1. sensibilidad del licenciamiento ambiental, 2. sensibilidad biótica y 3. sensibilidad generada del componente marino costero.

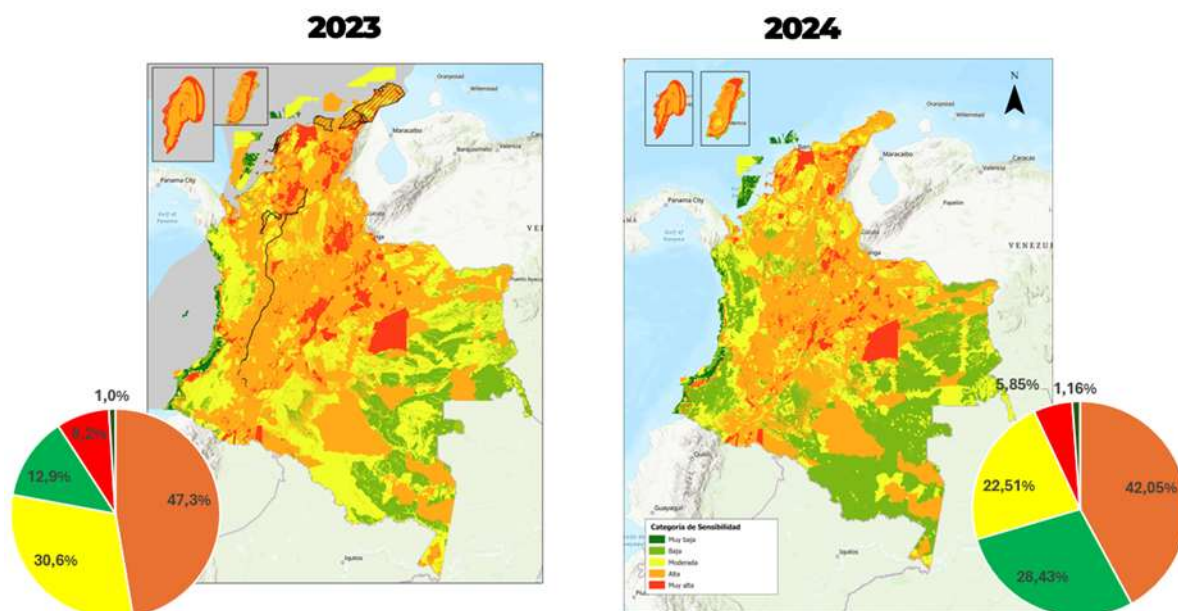
Figura 31. Ponderación marino - costera 2024.



Fuente: ANLA, 2024

En contraste con el año 2023, se presenta una disminución de las áreas categorizadas de sensibilidad “Alta”, pasando de un 47,3% a un 42,05%. De igual forma, es importante resaltar el incremento del área asociada a la categoría “Baja”, pasando de 12,9% a 28,43%. Lo anterior debido a la inclusión de criterios adicionales para el componente hídrico subterráneo y el medio biótico, además de la actualización de las variables relacionadas con el componente hídricos superficial, el componente atmosférico y el medio socioeconómico, a partir de la información que reposa en el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (SISAIRE) y el Tablero de Conflictos Socio Ambientales de la Subdirección de Mecanismos de Participación Ciudadana (SMPCA).

Figura 33. Comparativa Sensibilidad Ambiental 2023 vs 2024



Fuente: ANLA, 2024.



XI. PROYECCIÓN ACTUALIZACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL PARA EL AÑO 2025

A. SENSIBILIDAD LICENCIAMIENTO AMBIENTAL

La actualización de esta sensibilidad corresponde al recalcular a partir de la incorporación de los nuevos proyectos junto con las modificaciones otorgadas en la vigencia de la actualización, según la cartografía de áreas y líneas de proyectos licenciados disponibles a corte de la revisión en el geovisor de la entidad ANLA- AGIL.

B. SENSIBILIDAD HÍDRICO SUPERFICIAL

Teniendo en cuenta la metodología utilizada, para la estimación de la capa de sensibilidad hídrica superficial de calidad y cantidad del recurso, la proyección de actualización para la vigencia 2025 se enfocará en los siguientes aspectos:

- ✓ **Cantidad:** Actualización del índice del uso del agua a partir de la información de concesiones de agua superficial otorgadas por Subzona Hidrográfica por las autoridades ambientales competentes y reportadas al Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH).
- ✓ **Calidad:** Actualización de cada uno de los criterios de la siguiente forma:
 - **ICA:** actualización con base en los datos de monitoreo de calidad de agua reportados a la ANLA por proyectos, obras y actividades competencia de la ANLA en el marco del licenciamiento y del seguimiento y control de proyectos.
 - **Caudal de vertimientos acumulados:** actualización de los valores de los caudales de vertimientos a cuerpos de agua superficial otorgadas por Subzona Hidrográfica por las autoridades ambientales competentes y reportadas al Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH).

C. SENSIBILIDAD HÍDRICO SUBTERRÁNEO

En lo que respecta al componente hidrogeológico, la propuesta de actualización para la vigencia 2025 se enfocará en consolidar una base de datos más robusta frente al inventario de puntos de captación del recurso subterráneo a nivel nacional. En este orden de ideas, se incorporará al ejercicio información proveniente de otras fuentes de carácter oficial.

D. SENSIBILIDAD ATMOSFÉRICA

Teniendo en cuenta los criterios o descriptores de sensibilidad usados se proyecta realizar las siguientes actualizaciones para el año 2025:

- ✓ Incluir una capa relacionada con la estabilidad atmosférica, o algún indicador similar, de los modelos WRF que se ejecuten en el Centro de Monitoreo del Estado de los Recursos Naturales. Si es posible incorporar la capa de estabilidad u otra variable similar, retirar la capa velocidad del viento; en caso contrario, actualizar la capa de velocidad del viento.
- ✓ La actualización de la capa de precipitación acumulada anual se realizará cada 5 años, proyectándose su actualización en el año 2025. Lo anterior, teniendo en cuenta que esta capa ya cuenta con una tendencia robusta entre los años 2005 y 2020.



- ✓ Actualizar la capa de concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5} tanto los datos de CAMS como los datos del SISAIRE, incluyendo los reportados por los proyectos, obras o actividades con monitoreo permanente y que cumplan con una representatividad anual mínima del 75 %.

E. SENSIBILIDAD GEOTECNICA

Se propone revisar el inventario de procesos morfodinámicos entregados por los proyectos, así como las contingencias de origen geotécnico y la información relacionada a estas.

F. SENSIBILIDAD MEDIO BIÓTICO

Para el año 2025 se espera incorporar al ejercicio de sensibilidad del medio biótico, las siguientes actualizaciones por criterio:

Criterio 1. Áreas protegidas.
Proyección de actualización: Según la actualización de las capas de RUNAP y áreas complementarias para la conservación (KBA, AICA, AICOM, SICOM, RAMSAR, Zonas de amortiguamiento).
Criterio 2. Ecosistemas en condición de amenaza
Proyección de actualización: Según la actualización del ejercicio de lista roja de ecosistemas proyectada por los autores de la capa.
Criterio 3: Conectividad funcional potencial
Proyección de actualización: Criterio con actualización anual e incluirá las modelaciones realizadas por grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de la ANLA según:
i) Modelaciones realizadas por ANLA en procesos de evaluación y seguimiento.
ii) Modelaciones desarrolladas en el marco de los Reportes de Análisis Regional.
iii) Modelaciones realizadas desde el Centro de Monitoreo de los Recursos Naturales.
iv) Información secundaria actualizada y disponible para el país.
Criterio 4: Dinámica de transformación de bosques
Proyección de actualización: Anual, según información capa bosque/no bosque generado por el IDEAM incorporando, en la medida de lo posible, resultados de análisis de deforestación para los años 2020 y 2021.
Criterio 6: Áreas aprobadas para ejecución de acciones de compensación e inversión 1%
Proyección de actualización: Anual, según información actualizada por los grupos de valoración y manejo de impactos en trámites de evaluación y seguimiento.
Criterio 7. Núcleos de deforestación
Proyección de actualización: Anual, de acuerdo con información suministrada por los boletines de alertas tempranas de deforestación del IDEAM

G. SENSIBILIDAD MEDIO SOCIOECONÓMICO

En el marco de la actualización del ejercicio de sensibilidad ambiental para el 2025 y teniendo en cuenta los insumos estadísticos y de análisis generados por la Subdirección de Mecanismos de Participación Ciudadana Ambiental, se tendrán en cuenta los mismo elementos y criterios establecidos para el año 2024, los cuales corresponden a: 1) Denuncias por presuntas infracciones ambientales, 2) Procesos judiciales y/o tutelas reportadas por municipios y asociadas a POA's, 3) Sentencias de orden judicial y 4) Tablero de Identificación de Conflictos.

H. SENSIBILIDAD MARINO COSTERA

En el ejercicio de sensibilidad ambiental marino-costero año 2024, se actualizará la capa según datos disponibles para los medios biótico y abiótico:



Medio biótico

- Recurso Biológico Pesquero.

Medio abiótico

- Sedimentos marinos en el Caribe colombiano.

I. SENSIBILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

Para la capa de sensibilidad ambiental correspondiente al componente de cambio climático, se espera que, para el año 2025, se disponga de información más robusta proveniente de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático presentada por el IDEAM. Esta información permitirá incorporar criterios adicionales, como variables relacionadas con el riesgo por cambio climático y escenarios proyectados, enriqueciendo los análisis actuales y favoreciendo un enfoque integral.

Se prevé que este análisis integral vincule los riesgos por cambio climático con los Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Territorial (PIGCCT), promoviendo una gestión más informada y eficaz en el contexto territorial

XII. CONCLUSIONES

El ejercicio de sensibilidad ambiental es una herramienta que aborda, desde el punto de vista espacial, la evaluación biofísica y socioeconómica del territorio nacional a partir de información secundaria disponible a escala 1:100.000, mediante el cual se estima la criticidad ambiental de las regiones del país en función de las características y condiciones intrínsecas de cada medio y/o componente.

Este mapa, junto con su respectiva memoria explicativa, pretenden ser un insumo que permita incorporar alertas e información de las necesidades del territorio, además de priorizar proyectos que se encuentren en áreas sensibles, dentro de los conceptos técnicos de evaluación y seguimiento elaborados por la entidad.

La sensibilidad ambiental para el año 2024 tomó como punto de partida el ejercicio realizado para el año anterior, en donde se evaluó la necesidad de actualizar cada criterio utilizado por componente o el cambio de estos de acuerdo con las proyecciones realizadas. De esta forma, el componente hídrico superficial y subterráneo, el medio biótico, el medio socioeconómico, el estado de licenciamiento ambiental y el cambio climático añadieron nuevos criterios de estudio. En tanto, el componente atmosférico actualizó las variables previamente definidas. Finalmente, los componentes geotécnico y marino-costero, no tuvieron variaciones.

Es importante considerar que el ejercicio descrito anteriormente cuenta con una escala regional (1:100.000), por lo que se presenta como una primera aproximación al estado del territorio. Ante esto, resulta necesario una evaluación a profundidad según las necesidades de cada proyecto con el fin de tener una idea más acertada de las condiciones ambientales en un área de interés.

Finalmente, es importante resaltar que, desde el año 2020, la sensibilidad ambiental ha sido un instrumento que se ha involucrado cada vez más en los procesos de evaluación y seguimiento, por lo que es necesario continuar actualizando los criterios evaluados en cada componente y buscar oportunidades de mejora que permitan tener una herramienta que interprete las realidades del territorio.



XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Abril-Howard, A., C.O. Toro, N.B. Cubillos y H.B. Hooker. 2012. Primera aproximación al conocimiento de las comunidades coralinas de los complejos arrecifales de Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo – Colombia, sección norte de la Reserva de Biósfera Seaflower, Caribe Occidental. Revista Ciencias Marinas y Costeras, 4: 51-65.
- ✓ Avendaño, J., Rodríguez, A. y D. Gómez. 2019. Servicios Ecosistémicos Marinos y Costeros de Colombia: Énfasis en Manglares y Pastos Marinos. INVEMAR. <http://hdl.handle.net/1834/15783>.
- ✓ Ávila Álvarez, G., Cubillos Peña, C., Granados Becerra, A., Medina Bello, E., Rodríguez Castiblanco, E., Rodríguez Pineda, C. & Ruíz Peña, G. (2016). Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa. Servicio Geológico Colombiano (SGC).
- ✓ Bennett, A. F. (2003). Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation (No. 1). IUCN.
- ✓ Burke, L., K. Reyntar, M. Spalding and A. Perry. 2011. Reef at Risk revisited. Washington D. C.: World Resources Institute. The Nature Conservancy (TNC), the World Fish Center, the International Coral Reef Action Network (ICRAN), the United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC), and the Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN). Washington, D.C. 130 p.
- ✓ Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M. et al. Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. Nature Clim Change 4, 111–116 (2014). <https://doi.org/10.1038/nclimate2100>
- ✓ CEPAL y UC-IH Cantabria. 2015. Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe.
- ✓ Del Tánago, M. G., & de Salazar, F. C. D. V. (2007). Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España.
- ✓ Del Valle, J. I y E. Restrepo. 1996. Renacientes del guandal: “Grupos negros” de los ríos Satinga y Sanquianga. Bogotá (Colombia).
- ✓ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Censo Nacional de Población y Vivienda-CNPV 2018. [en línea]. 2018. [citado el 15-11-2024]. <https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/visor-descarga-geovisores/>
- ✓ Díaz, J. M., L. M. Barrios, M. H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F. A. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta, 176p.
- ✓ Díaz, J. M., L. M. Barrios y D. I. Gómez-López (Eds.). 2003. Praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales N° 10. 160 p.
- ✓ Díaz, M. 2015. Afectación y protección de ecosistemas marino-costeros en Colombia. Verbum, 10(10): 95-116.
- ✓ Etter A., Andrade A., Saavedra K., Amaya P. y P. Arévalo 2017. Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0). Informe Final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional Colombia. Bogotá. 138 pp.
- ✓ Forman, R. T., & Godron, M. (1986). Landscape ecology John Wiley & Sons. New York, 4, 22-28.



- ✓ Fourqurean, J.W., C.M. Duarte, H. Kennedy, N. Marbà, M. Holmer, M.A. Mateo, E.T. Apostolaki, G.A. Kendrick,
- ✓ D. Krause-Jensen, K.J. McGlathery and O. Serrano. 2012. Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience*, 5(7): 505-509.
- ✓ Garrido-Linares, M., D. Alonso-Carvajal, J.M. Gutiérrez-Salcedo, E. Montoya-Cadavid, A. Rodríguez, M. Bastidas, N. Rangel, A. Jiménez, et al., 2014. Línea base ambiental preliminar del bloque de exploración de hidrocarburos Guajira offshore 3 en el Caribe colombiano. Informe técnico Final. INVEMAR-ANH, Santa Marta, 342 pp.
- ✓ Garrido-Linares, M., D. Alonso-Carvajal, J.M., Rueda, R., Polanco, A., Cárdenas, A., Cedeño, C., Montoya, E., Escarria, E., Dorado, F., Gutiérrez, J., Ayala, K., Tavera, L., Mutis, M., Aguilar, M., Vides, M., Rodríguez, O., Yepes, V., Pizarro, J., Valencia, F., Rodríguez, A., Murcia, M., Peña, C., Bastidas, M. y C. Giraldo. 2014. Informe técnico final Línea base ambiental preliminar de los bloques de exploración de hidrocarburos Caribe Colombiano: fase Col 4 y Col 5. INVEMAR-ANH, Santa Marta, 284 pp.
- ✓ Gómez-Cubillos, C., L. Licero, L. Perdomo, A. Rodríguez, D. Romero, D. Ballesteros-Contreras, D. Gómez-López, A. Melo, L. Chasqui, M. A. Ocampo, D. Alonso, J. García, C. Peña, M. Bastidas y C. Ricaurte. 2015. Portafolio “Áreas de arrecifes de coral, pastos marinos, playas de arena y manglares con potencial de restauración en Colombia”. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 79, Santa Marta. 69 p.
- ✓ Gómez-López, D.I., A. Acosta, J. D. González, L. Sánchez, R. Navas-Camacho y D. Alonso. 2020. Reporte del estado de los arrecifes coralinos y pastos marinos en Colombia (2018-2019). Serie de publicaciones periódicas del INVEMAR, Santa Marta. 81 p.
- ✓ Guzmán-Alvis A y O. D. Solano. 2002. Estado de los fondos blandos de la plataforma continental: 71-75 En Ospina-Salazar G.H. y Acero A. (eds). Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2001. INVEMAR, Santa Marta, Serie de Publicaciones periódicas No. 8. 178 p.
- ✓ Guzmán-Alvis, A. y N. E. Ardila. 2004. Estado de los fondos blandos en Colombia: 183-198. En INVEMAR: Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2003. INVEMAR, Santa Marta, Serie de Publicaciones periódicas No. 8. 329 p.
- ✓ Hermelín, M. (1985). Suelos, Rocas y Formaciones Superficiales. DYNA, (106), 25-29.
- ✓ IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional – Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.
- ✓ IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2017. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.
- ✓ Inness, A, Ades, M, Agustí-Panareda, A, Barré, J, Benedictow, A, Blechschmidt, A, Dominguez, J, Engelen, R, Eskes, H, Flemming, J, Huijnen, V, Jones, L, Kipling, Z, Massart, S, Parrington, M, Peuch, V-H, Razinger M, Remy, S, Schulz, M and Suttie, M (2019): CAMS global reanalysis (EAC4). Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accedido el 15-11-2024>), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/datasets/cams-global-reanalysis-eac4?tab=overview>



- ✓ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Sistema de Información para la Gestión de Datos de Hidrología y Meteorología – DHIME. [en línea]. 2021. [citado el 15-11-2024]. Disponible en Internet: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>
- ✓ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Subsistema de Información Sobre Calidad del Aire - SISAIRE. [en línea]. 2023. [citado el 15-11-2024]. Disponible en Internet: <http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/>
- ✓ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). WRF Colombia. [en línea]. 2023. [citado el 15-11-2024]. Disponible en Internet: http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/new_modelo/WRF00COLOMBIA/tif/
- ✓ IDEAM. 2018. “Evaluación Nacional Del Agua 2018.” Cartilla ENA 2018: 56.
- ✓ INVEMAR-ANH. 2008. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos. Editores. Informe técnico final, Santa Marta, 461p.
- ✓ INVEMAR-IDEAM. 2017. Elaboración del Análisis de Vulnerabilidad Marino Costera e Insular ante el Cambio Climático para el País. 0000040357, 1–256.
- ✓ INVEMAR. 2020. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2019. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 183 p.
- ✓ INVEMAR. (2022). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2021. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 254 p.
- ✓ Jaramillo, U., Cortés-Duque, J. y Flórez, C. (Eds.). 2016. Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen 2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 116 p.
- ✓ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT). Resolución 2154 del 2 de noviembre de 2010 “Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones”.
- ✓ Rebolledo, R. 2009. MODELO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL BASADO EN LA VALORACION DERELACIONES ESPACIALES.
- ✓ Sandia Rondón, Luis Alfonso, and Angela Henao de Vásquez. 2017. SENSIBILIDAD AMBIENTAL Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.
- ✓ ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDAL (OMM). Guía de Instrumentos meteorológicos y métodos de observación - OMM-Nº8. Suiza: OMM, 2014.
- ✓ Posada, P., Blanca Oliva y Henao P., William. 2008. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 13, Santa Marta, 200 p.
- ✓ Posada, B.O.; W. Henao y G. Guzmán. 2009. Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Pacífico colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 17, Santa Marta, 148 p.
- ✓ Posada, B. O.; D. Morales-G. y W. Henao P. 2011. Diagnóstico de la erosión costera del territorio insular colombiano, INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 24, Santa Marta. 112 p.
- ✓ Rangel-Buitrago, N. y Anfuso, G. 2009. Assessment of Coastal Vulnerability in La Guajira Peninsula Colombian Caribbean Sea. Journal of Coastal Research, 59, 792-796



- ✓ Restrepo, J. D., Escobar, R., and Tosic, M. 2018. Fluvial fluxes from the Magdalena River into Cartagena Bay, Caribbean Colombia: Trends, future scenarios, and connections with upstream human impacts. *Geomorphology*, 302, 92–105. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.11.007>
- ✓ Ricaurte-Villota, C., Coca-Domínguez, M. E., Bejarano-Espinoza, M., Morales, D. F., Correa-Rojas, C., Briceño-Zuluaga, F., Legarda, G. A., & Arteaga, M. E. 2018. Amenaza y Vulnerabilidad por Erosión Costera en Colombia. Enfoque regional para la gestión del riesgo. In Serie de Publicaciones Espaciales de INVEMAR # 33.
- ✓ Rodríguez Castiblanco, E., Sandoval Ramírez, J., Chaparro Cordón J., Trejos González, G., Medina Bello E., Ramírez Hernández, K., Castro Marí, E., Castro Guerra J. & Ruíz Peña, G. (2017). Guía Metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000. Servicio Geológico Colombiano. Dirección de Geoamenazas. Grupo de Evaluación de Amenaza por Movimientos en masa.
- ✓ Sánchez-Páez, H. y Álvarez-León, R. 1997. Zonificación y categorías de manejo para áreas silvestres costeras de Colombia y su representatividad en los ecosistemas de manglar. Mem. del Taller sobre Áreas Costeras y Marinas Protegidas, CEPAL / UICN / FAO / GTZ / CORPOMAG / PROCINAGA I Congr. Lat.-Amer. de Parques Nacionales y Otras Áreas Protegidas, MMA / UAESPNN / FAO / UICN-RLACTPN-OAP-FFS. Santa Marta (Mag.) Colombia, mayo 21-28, 1997.
- ✓ Scott, D. A. & M. Carbonell (Eds.). 1986. A Directory of Neotropical Wetlands. IUCN, Gland, Switzerland.
- ✓ Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2017). Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en masa escala 1:100000. Tomado de http://geoportal.sgc.gov.co/Flexviewer/Amenaza_Movimiento_Remocion_Masa/
- ✓ Van Westen, C. J., Castellanos, E., & Kuriakose, S. L. (2008). Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview. *Engineering Geology*, 102(3-4), 112-131.

XIV. ANEXO 1. MEMORIA DETALLADA CRITERIO “DINÁMICA DE TRANSFORMACIÓN DE BOSQUES”

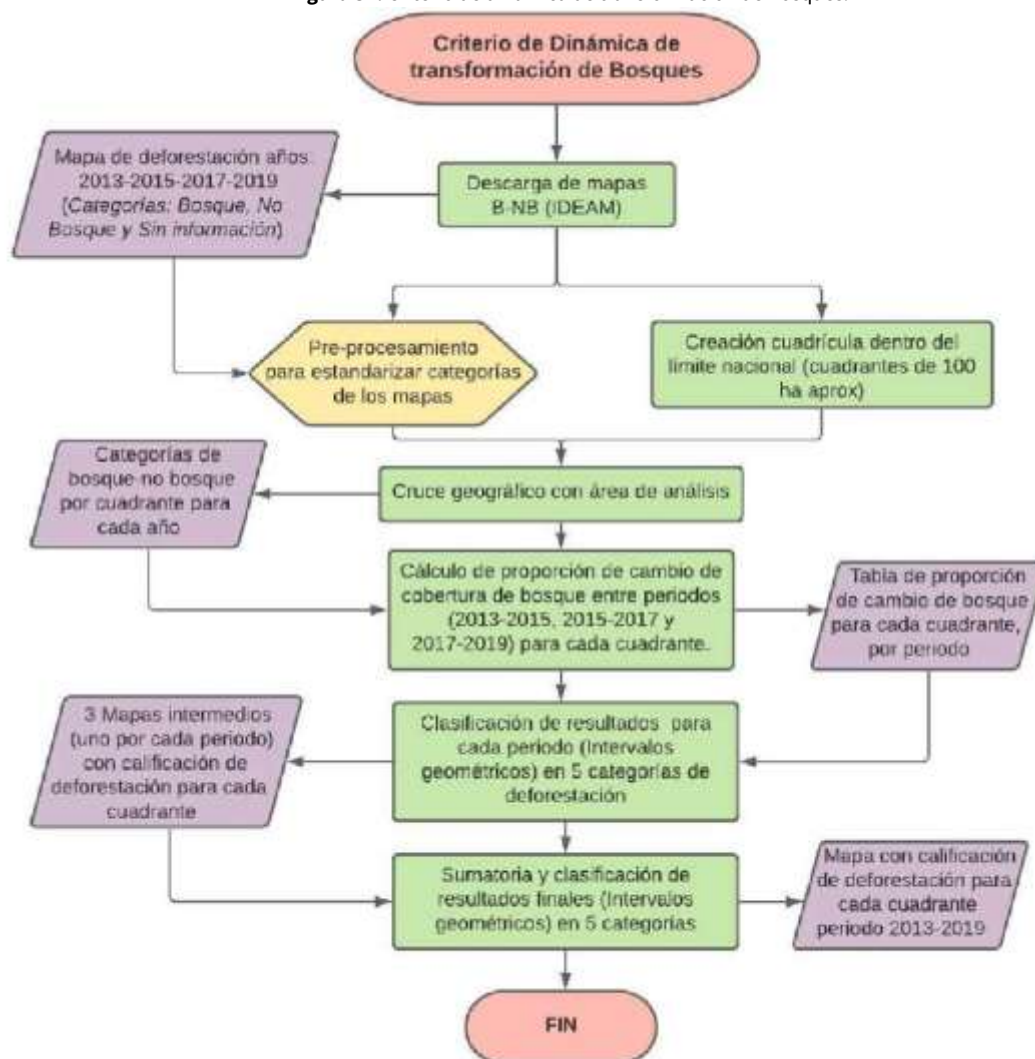
Este documento es una memoria explicativa del proceso que se llevó a cabo para la creación de la capa geográfica correspondiente al nuevo criterio “Dinámica de transformación de bosques” (Figura 34), a ser incorporado en la actualización del análisis de sensibilidad ambiental para el medio biótico realizado por el grupo de regionalización de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

A. OBJETIVO

Generar la capa intermedia del medio biótico para el ejercicio de actualización del mapa de sensibilidad ambiental, bajo el criterio de dinámica de transformación de la cobertura de bosque.

B. METODOLOGÍA

Figura 34. Criterio de dinámica de transformación de Bosques.



Fuente: ANLA, 2023



C. INSUMOS

Los insumos que se utilizaron para elaborar la capa geográfica se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 53. Insumos del análisis de transformación de cobertura bosque.

INSUMO	ESCALA/RESOLUCIÓN	FUENTE
Mapas de bosque - no bosque (2013-2015-2017-2019)	30m	IDEAM
Límite nacional Colombia	1:100.000	IGAC (2020)

Fuente: ANLA, 2023

D. PROCESAMIENTO DIGITAL

Las capas ráster de información de Bosque - No Bosque para los diferentes años analizados fueron sometidas a una reclasificación con el fin de homogenizar las categorías con las cuales viene la capa original, de manera que se mostraran los siguientes valores: 1 para Bosque, 2 para No Bosque y 3 para Sin Información (esta última categoría se genera debido a nubosidad).

Paralelamente, se generó una cuadrícula de muestreo en formato shapefile para el límite nacional (IGAC, 2021), en donde cada cuadrante se calculó para un área aproximada de 100 ha. Posteriormente, se realizó una transformación a formato ráster cuyo tamaño de píxel fue de 30*30m. El sustento técnico para la elección del tamaño de cada cuadrante radica en la capacidad de procesamiento que los equipos utilizados soportaban, además del detalle de la información de cobertura de bosque que se tiene (30 x 30 m de tamaño de píxel), y en ese sentido para evitar perder dicho nivel de detalle.

Con esta cuadrícula en formato ráster, y la información de Bosque - No Bosque para los diferentes años, se utiliza la función “Combinar” del software ArcGIS 10.5 para unir los atributos de las dos capas y poder tener en un solo ráster la información de la cobertura de bosque que se aloja dentro de cada cuadrante. Lo anterior, se realizó con los mapas de Bosque - No bosque de cada año: 2013, 2015, 2017 y 2019, resultando así cuatro tablas de valores que luego fueron sujetas a un tratamiento para poder relacionarse una con otra.

Con el número de hectáreas con categoría de bosque (valor=1) para cada año, se calculó la tasa de transformación¹³ entre las hectáreas del año inicial, y las hectáreas del año final, con el fin de evidenciar el nivel de deforestación que se presenta para cada cuadrante en un periodo determinado (periodos estudiados: 2013-2015, 2015-2017 y 2017-2019). Se calculó el cambio únicamente teniendo en cuenta los cuadrantes donde había bosque, es decir aquellos que tenían la categoría 1 para el año inicial y 1 para el año final. Los cuadrantes con categorías 2 (no bosque) en el año inicial y no bosque en el año final, se consideraron como “No bosque permanente” y dichas áreas se excluyeron del análisis por cuanto no se podía calcular tasa de transformación de la cobertura bosque para ese periodo. Por su parte, para los cuadrantes en los que en el año inicial presentan una categoría 3 (Sin información), se consideró como “Sin Información” para el análisis de ese periodo. A pesar de que dentro del análisis se identificaron áreas de regeneración, estas no fueron tenidas en cuenta en el análisis de transformación por pérdida de cobertura de bosque.

De esta manera, para cada periodo de transición se obtiene una clasificación con cinco (5) valores de la tasa de transformación (de 1 a 5), con base en el método de clasificación “Intervalos geométricos”, el cual está diseñado para datos continuos y crea cortes de clase basados en los intervalos de clase que tienen una serie geométrica equilibrando los cambios resaltados en los valores centrales y en los valores extremos (Tabla 54).

Tabla 54. Clasificación dada a los cuadrantes en cada período evaluado.

VALOR	DESCRIPCIÓN
0	Cuadrante con bosque, pero sin transformación en los dos años.
1	Cuadrante con Muy baja tasa de deforestación
2	Cuadrante con Baja tasa de deforestación
3	Cuadrante con Media tasa de deforestación
4	Cuadrante con Alta tasa de deforestación
5	Cuadrante con Muy alta tasa de deforestación
10	Cuadrante con No Bosque permanente en los dos años.
20	Cuadrante con regeneración.
30	Cuadrante sin información.

Fuente: ANLA, 2023

Posteriormente, se utilizó el resultado de los tres (3) periodos evaluados con la calificación de deforestación obtenida en cada uno de los cuadrantes y se calculó la sensibilidad ambiental final para todo el territorio colombiano. Para ello, se sumaron los valores de clasificación de deforestación (valores de 1 a 5), asignados a cada cuadrante mediante la función “Field calculator” obteniendo así un mapa con valores entre uno (1) y 15. Estos últimos fueron reclasificados nuevamente con base en el método de clasificación “Natural breaks” en cinco (5) categorías. Los valores que en la Tabla 46 hacían referencia a cero (0), 10, 20 y 30, se mantuvieron en la calificación final para conservar la trazabilidad de dicha información. El resumen gráfico del proceso metodológico se presenta en la Figura 35.

Figura 35. Esquema metodológico del procesamiento digital de información para el componente biótico.

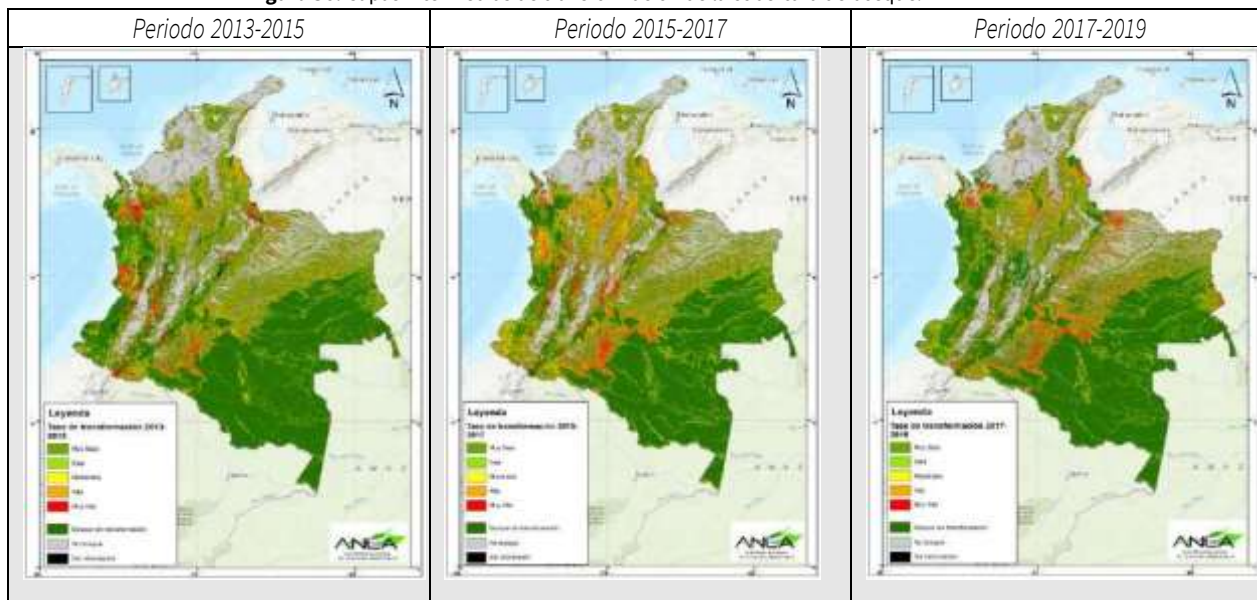


Fuente: ANLA, 2023

E. RESULTADOS

A continuación, se muestran las capas intermedias donde se muestran los valores de sensibilidad a transformación de la cobertura de bosque, que se generaron para los tres periodos estudiados.

Figura 36. Capas intermedias de transformación de la cobertura de bosque.



Fuente: ANLA, 2023

Con estas tres capas geográficas se construyó el resultado final de sensibilidad por el criterio de dinámica de transformación de cobertura de bosque que se muestra la **Figura 37**.

Figura 37. Tasa de transformación de la cobertura de bosque (2013 - 2015 - 2017 - 2019)



Fuente: ANLA, 2023

Respecto a la calificación final de la capa geográfica, en la siguiente tabla se presentan los valores que se alojan en el campo “VALUE” el cual resume el criterio estudiado para definir la sensibilidad ambiental (Tabla 55):

Tabla 55. Clasificación final de la tasa de transformación de la cobertura bosque.

VALOR CAMPO “VALUE”	DESCRIPCIÓN
0	Bosque sin cambios (zonas que no se transformaron y mantuvieron la cobertura de bosque en las transiciones evaluadas).
1	Muy baja tasa de transformación de la cobertura de bosque.
2	Baja tasa de transformación de la cobertura de bosque.
3	Moderada tasa de transformación de la cobertura de bosque.
4	Alta tasa de transformación de la cobertura de bosque.
5	Muy alta tasa de transformación de la cobertura de bosque.
10	No Bosque permanente (zonas ya transformadas que no presentaron recuperación de bosque en las transiciones evaluadas).
20	Regeneración de bosque en los periodos evaluados.
30	Sin información en los periodos evaluados.

Fuente: ANLA, 2023



F. LIMITANTES Y PREMISAS

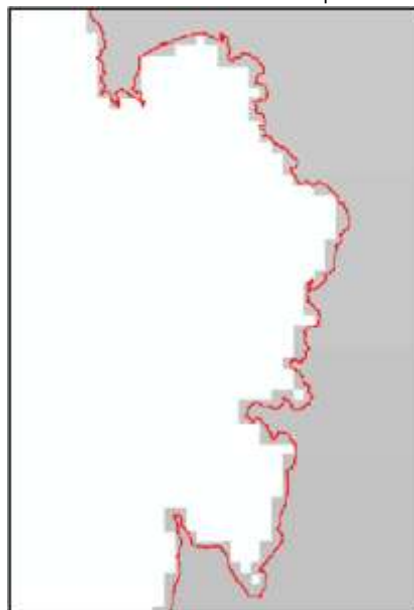
Para el ejercicio que se presenta en este documento, se trabajó bajo las siguientes asunciones:

1. Los cuadrantes que en el año inicial reportaron Sin información se trabajaron como tal para el cálculo al interior del periodo. Es decir, si el cuadrante reportaba Sin información para el año inicial, y Cobertura de bosque para el año final, esta última no se tenía en cuenta en el cálculo y se consideraba con categoría de “Sin Información” (Valor 30) para el cálculo del periodo.
2. Los cuadrantes que en el año inicial tenían categoría No Bosque, y en el año final presentaban categoría Bosque, se clasificaban con Valor 20 (regeneración) para ese periodo. A pesar de que dentro del análisis se identificaron áreas de regeneración, estas no fueron tenidas en cuenta en el análisis de transformación por pérdida de cobertura de bosque.
3. Los cuadrantes que en el año inicial presentaban categoría Bosque, y en el año final, las hectáreas de esa categoría Bosque aumentaban, fueron clasificados con Valor 20 (regeneración).
4. Los cuadrantes que en el año inicial presentaban categoría Bosque, y no sufrían variaciones en las hectáreas de dicha cobertura para el año final, fueron clasificados con Valor 0 (Bosque sin transformación).
5. Los cuadrantes que en el año inicial tenían categoría No Bosque, y en el año final presentaban categoría No Bosque, se clasificaban con Valor 10 (No Bosque permanente) para ese periodo.
6. Para los cuadrantes en los que en el año inicial se reportó categoría de Bosque y en el año final dentro del cuadrante no se encontró bosque, se asumió una deforestación total, y por consiguiente se calificó con un Valor 5: Cuadrante con muy alta tasa de deforestación.
7. Si en el año inicial el cuadrante presentaba categoría No Bosque, y en el año final se presentaba Sin Información, se clasificaba con Valor 10 (No Bosque permanente).

En cuanto a los limitantes, es necesario acotar que debido a que la generación de la cuadrícula se hizo teniendo en extensión del polígono Colombia, los cuadrantes en la parte limítrofe quedarán sub o sobre valorados, según sea el caso, porque abarcan más o menos área de la que deberían. A continuación, en la Figura 37 se observa el límite de Colombia (vectorial) en color rojo, y la cuadrícula de muestreo generada superpuesta.



Figura 38. Limitantes de extensión de la información para el componente biótico.



Fuente: ANLA, 2023

