

Foto Portada tomada por: Alfonso Giraldo /  
<https://www.flickr.com/photos/alfonsogiraldo/6228616392>

**AGOSTO 2022**



# Reporte de Alertas de Análisis Regional de Arauca

Región Arauca

Rodrigo Suárez Castaño

**Director General**

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

Carlos Alonso Rodríguez

**Subdirector**

Instrumentos Permisos y Trámites Ambientales

Martha Lucia Ramírez Huertas

**Coordinadora**

Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo

William Alfredo Pabón

Líder de Análisis Regional

Lorena Amazo Ramírez

**Profesional**

Componente Socioeconómico

Luisa Nathalie Hernández Calderón

**Profesional**

Componente Hídrico Superficial

Juan Pablo Malagón Navarro

Sandra Milena Guayacán

**Profesional**

Componente Hidrogeológico

Javier Beltrán Maldonado

**Profesional**

Componente Atmosférico

Daniel Eduardo Rodríguez Tovar

**Profesional**

Medio biótico

Yeimy Paola Garzón

**Profesional**

Componente paisaje

Sheyla Zamira Ojeda

Guillermo Villamil

Juan Camilo Bueno

**Profesionales**

Evaluación Económica Ambiental

Wilfredo Marimon Bolívar

Nelson Felipe Moreno

Alejandra Neira

Marco Alejandro Téllez

Carlos Andrés Jaimes

**Modeladores**

Centro de Monitoreo de Recursos Naturales

Gloria Patricia Moscote

Leonardo Andrés Malagón

Oscar Julián Guerrero

Edgar Andrés Ramírez

Camilo Andrés Bernal

**Líderes Temáticos**

(Revisión)



## REPORTE DE ALERTAS

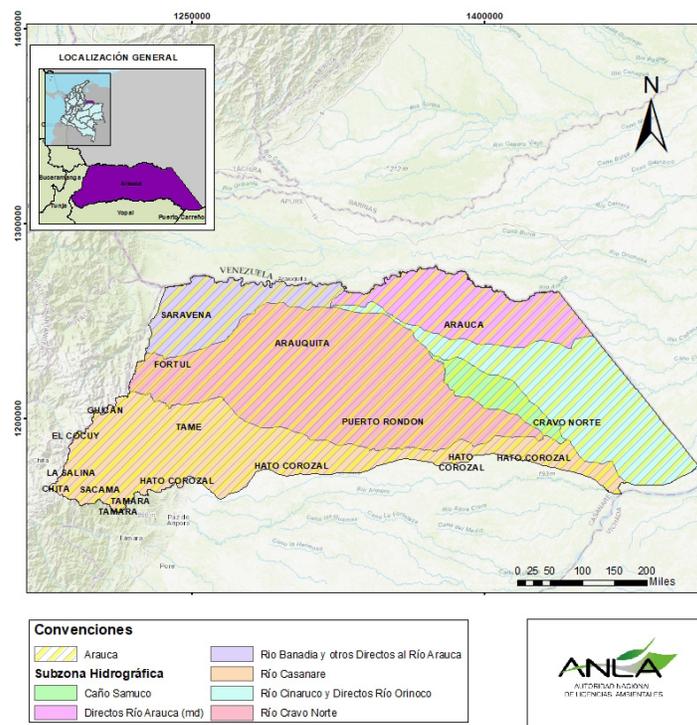
### INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

NOMBRE DEL ÁREA	ALTITUD MAX (m s.n.m)	ALTITUD MIN (m s.n.m)	ÁREA (ha)	REGIONALIZADO	ESTRATEGIA DE MONITOREO	REGIÓN DE SEGUIMIENTO
Reporte de Alertas de Análisis Regional de Arauca	4.683	100	2.600.478	Ariporo (0.2%) NO Regionalizado (99,8%)	Calidad Aire - Boyacá (100%)	Norte de la Orinoquia (99,5%)

### CRITERIO DE DEFINICIÓN

El área de estudio se localiza en la zona Nororiente del país y abarca en su totalidad el departamento de Arauca y en menor proporción parte de algunos municipios de los departamentos de Casanare y Boyacá. Comprende el área geográfica de 6 subzonas hidrográficas: i) caño Samuco, b) Directos río Arauca, iii) Río Banadia y otros directos al río Arauca, iv) río Casanare, v) río Cinaruco y directos río Orinoco y vi) río Cravo Norte (**ver Ilustración 1**).

Ilustración 1 Localización área de estudio



Fuente: ANLA, 2022.

SIGLAS	AUTORIDAD REGIONAL	% ÁREA
CORPOBOYACA	Corporación Autónoma Regional de Boyacá	0,6
CORPORINOQUIA	Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia	99,4



## UNIDADES TERRITORIALES

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ÁREA	DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES TERRITORIALES
ARAUCA	ARAUCA	22,1	<b>Ilustración 2</b> Distribución de departamentos en el área de estudio
	ARAUQUITA	11,7	
	CRAVO NORTE	18,9	
	FORTUL	4,1	
	PUERTO RONDÓN	8,8	
	SARAVENA	3,3	
	TAME	20,8	
BOYACÁ	CHITA	0,5	
	EL COCUY	0,01	
	GÜICÁN DE LA SIERRA	0,01	
CASANARE	HATO COROZAL	7,8	
	LA SALINA	0,8	
	PAZ DE ARIPORO	0,01	
	SÁCAMA	1,2	
	TÁMARA	0,01	
VICHADA	LA PRIMAVERA	0,01	

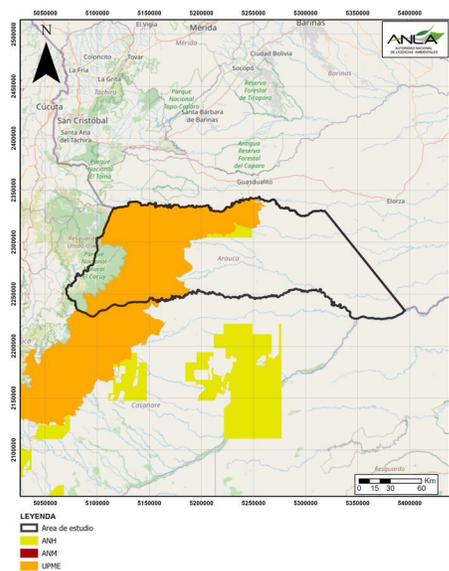
Fuente: ANLA, 2022.

## PROYECTOS EN ESTADO DE LICENCIAMIENTO

### DISTRIBUCIÓN DE LOS PROYECTOS EN ESTADO DE LICENCIAMIENTO

A continuación, en la **Ilustración 3** se presenta la distribución de los expedientes identificados en el estado de licenciamiento en el área de estudio y en la Tabla 1 se relaciona el número de proyectos por sector:

**Ilustración 3** Distribución de proyectos ANLA en el área de estudio



Fuente: ANLA, 2022.

### FRECUENCIA DE PROYECTOS POR SUB SECTOR

**Tabla 1.** Estado de licenciamiento en el área de estudio

Sector	Tipo de Proyecto	N° de Proyectos	
Hidrocarburos	Exploración	12	18
	Explotación	2	
	Transporte y Conducción	4	
Minería	Materiales de construcción y arcillas o minerales industriales no metálicos	1	1
TOTAL		19	

Fuente: ANLA, 2022.



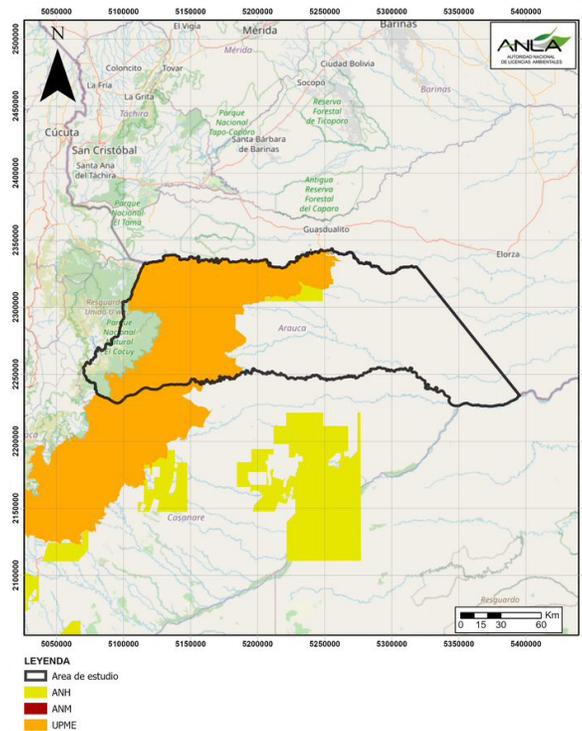
SECTOR	TIPO DE PROYECTO	EXPEDIENTE	PROYECTO
Hidrocarburos	Exploración	LAM0252	Exploración De Hidrocarburos Caño Limón - Arauca
		LAM1481	Bloque De Perforación Exploratoria Tocoragua. Y PMA Prospecto Tocoragua 1.
		LAM1901	Exploración Y Explotación Petrolera. Contrato De Asociación Capachos
		LAM2821	Perforación De Pozos ExploratoRíos En El Bloque Cosecha
		LAM3086	Perforación Exploratoria Del Pozo Rondón B, En El Bloque Rondón
		LAM4877	Bloque De Perforación Exploratoria Arauca.
		LAM5558	Trámite Administrativo De Licencia Ambiental Para El Proyecto Área De Perforación Exploratoria Llanos -10
		LAV0009-00-2015	Área De Perforación Exploratoria Oroprieto - Corindón - Área De Perforación Exploratoria Oroprieto - Corindón - Licencia Ambiental.
		LAV0025-00-2015	Área De Perforación Exploratoria Berilo - Lla 38 - Área De Perforación Exploratoria Berilo - Lla 38
		LAV0069-00-2018	Estudio De Impacto Ambiental Para El Campo De Producción Cosecha
		LAV0083-00-2017	Estudio De Impacto Ambiental Área De Perforación Exploratoria Primavera
	LAV0104-00-2015	Proyecto De Perforación Exploratoria De Hidrocarburos En El Bloque Llanos 42.	
	Explotación	LAM0214	Campo Arauca
LAM3368		Explotación De Hidrocarburos En El Área Caricare	
Transporte y conducción	LAM1082	Oleoducto Caño Limón - Coveñas	
	LAM3062	Línea De Flujo Rondón-Cosecha-Mataoscura-Redondo 7	
	LAM5104	Construcción Y Operación Del Oleoducto Araguaney - Banadia.	
	LAV0101-00-2014	Interconexión Caño Limón-Guafita Cruce Subfluvial Río Arauca.	
Minería	Materiales de construcción y arcillas o minerales industriales no metálicos	LAM1821	Explotación de arena en el Río Arauca.



## PROSPECTIVA SECTORIAL

En la **Ilustración 4** se presenta la distribución de la prospectiva sectorial en el área de estudio:

**Ilustración 4** Prospectiva sectorial en el área de estudio



*Fuente:* ANLA, 2022.

**Sector Hidrocarburos:** de acuerdo con la revisión cartográfica de información de la entidad, se evidencia que en el área de estudio se tiene un proyecto en proceso de evaluación (con corte a 31 de marzo de 2022): i) el área de perforación exploratoria Marlín con expediente LAV0025-00-2018. Por otro lado, y de acuerdo con la capa de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, en el área de estudio se tienen tres (3) bloques de prospectiva: Bloque LLA 16-1, Bloque LLA 4-1 y el Bloque LLA 43-1, la información a detalle se presenta más adelante.

Adicionalmente, se realizó la consulta de área disponibles para el sector hidrocarburos acorde con la información del mapa de tierras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH actualizado a marzo de 2022, encontrando que el 63,57% está catalogada como áreadisponible, definidas según la ANH como “aquellas áreas que no han sido objeto de asignación, de manera que sobre ellas no existe contrato vigente ni se ha adjudicado propuesta; áreas devueltas parcial o totalmente que pueden ser objeto de asignación para la celebración de contratos de hidrocarburos”.

**Sector Infraestructura:** A la fecha del presente reporte no se encuentran proyectos de infraestructura en evaluación por parte de la ANLA. No obstante, de acuerdo con el Proyecto del Plan Participativo de Desarrollo Departamental de Arauca 2020-2023, el Departamento de Arauca plantea la construcción de terminales de transporte, así como la rehabilitación y mejora de vías secundarias y terciarias.

**Sector Minero:** según lo establece la Agencia Nacional de Minería -ANM, 2017, la titulación minera en el área del Reporte de Análisis Regional de Arauca es la siguiente:

- ✓ 35 títulos mineros vigentes que representan un área de 7988,8096 Ha, correspondiente al 0,33% de superposición en el departamento. (Actualizado con el Catastro Minero Colombiano - mayo 23 de 2017), de los cuales todos se encuentran en



explotación. De estos 30 son de materiales de construcción, 1 de materiales de construcción y otros minerales y 4 de otros minerales.

- ✓ 33 propuestas de contrato y autorizaciones temporales por modalidad 2 de autorización temporal y 31 contratos de concesión (L 685). De los cuales 29 materiales de construcción, 1 materiales de construcción-otros minerales, 1 de oro y metales preciosos-esmeraldas-otros minerales y 2 de otros minerales.
- ✓ 3 solicitudes de legalización ley 1382 de 2010.

La producción de minerales del departamento de Arauca proviene de los municipios de Arauca en arcillas y de Arauquita, Arauca, Saravena y Tame en Materiales de construcción. Entre 2012 y 2017, la participación del departamento en la producción nacional ha sido de 2,75% en materiales de construcción y 1,03% en arcillas.

**Sector Agropecuario:** De acuerdo con la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), el suelo del departamento en un 71,4% tiene vocación ganadera, el 0,5% tiene una vocación para actividades agrícolas, el 0,3% para la producción forestal, el 3,6% para conservación agroforestal, el 1,5% superficies de agua y el 22,6% en otras, caracterizado por lo siguiente:

- ✓ Uso potencial agrícola: presenta un gran potencial agrícola para el establecimiento de cultivos de arroz, ají tabasco, cacao, mango, palma de aceite, caucho, papaya, pimentón, piña cebolla bulbo, maíz y plantaciones forestales.
- ✓ Uso potencial pecuario: cuenta con 6.328.271 hectáreas (ha) potencialmente aptas para producción pecuaria, siendo las cadenas productivas de carne y leche bovina las que poseen la mayor cantidad de ha con aptitud productiva, seguidas de la cadena avícola y piscícola.
- ✓ Uso potencial forestal: cuenta con 611.690 ha aptas para el establecimiento de plantaciones forestales, lo cual representa el 26% del área total del departamento.
- ✓ Conservación agroforestal: cuenta con nueve áreas protegidas consolidadas, que se ubican en cinco de los siete municipios del departamento y que se agrupan en cuatro categorías de conservación.
- ✓ Superficies de agua: se encuentra inmerso en la cuenca del Orinoco. Entre los ríos más importantes sobresalen el Arauca, Cravo Norte, Casanare, Capanaparo, Meta y Cinaruco.

**Sector Energía:** De acuerdo con lo definido en el “Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2016-2030” elaborado por la Unidad de Planeación Energética - UPME y en el visor geográfico de los proyectos de Transmisión previstos de la UPME, para el área de estudio se prevé la ejecución del proyecto UPME 08-2021 “Alcaraván – Bandía – La Paz 230 kV y obras asociadas”, que consiste en la construcción de la subestación La Paz 230 kV, la reconfiguración línea Banadía - La Paz - Caño Limón 230 kV, la construcción de la línea entre las subestaciones Alcaraván y Banadía y la construcción de la línea de transmisión entre las subestaciones Banadía, localizado en los municipios de Arauca, Arauquita, Saravena, Fortul y Tame. Este proyecto deberá entrar en operación a más tardar el 31 de octubre de 2026, según la resolución MME (Ministerio de Minas y Energía) N° 40098 del 7 de febrero de 2017, modificada por resolución MME N° 40039 de 11 febrero de 2021.



## PROSPECTIVA SECTORIAL

AGENCIA	NOMBRE DEL ÁREA	ÁREA (Km2)
ANH	Bloque LLA 16-1	5,04
	Bloque LLA 4-1	479,33
	Bloque LLA 43-1	771,47
UPME	Construcción de la subestación La Paz 230 kV; Reconfiguración línea Banadía - La Paz - Caño Lim	9.572,48

## PROSPECTIVA DE PROYECTO A LA FECHA 31/03/2022

### PROYECTOS EN PROCESO DE EVALUACIÓN (CORTE REVISIÓN)

EXPEDIENTE	SECTOR	EMPRESA	NOMBRE DEL PROYECTO
LAV0025-00-2018	Hidrocarburos	OCCIDENTAL DE COLOMBIA LLC	ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA MARLÍN

## SENSIBILIDAD AMBIENTAL

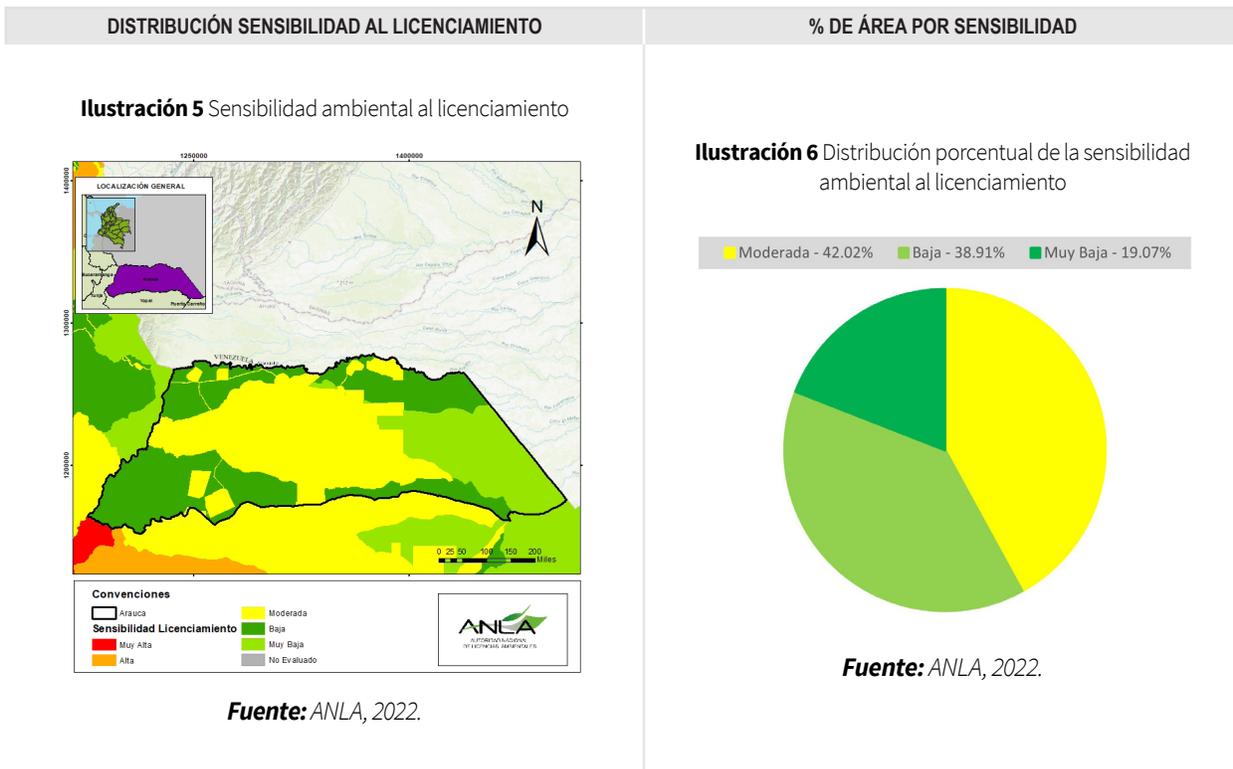
A continuación, se detalla el área de estudio en el contexto de los resultados del ejercicio de sensibilidad ambiental actualizado en el año 2021 por la Autoridad, basado en información secundaria oficial a escala 1:100.000 y disponible para visualización y descarga en el visor WEB de la entidad ANLA-AGIL <http://sig.anla.gov.co/index.aspx>, el cual comprende el análisis de oferta y demanda de recursos naturales, aunado a aspectos de importancia ambiental, según la localización geográfica dentro del territorio nacional y enmarcado a las condiciones actuales del licenciamiento ambiental.

### SENSIBILIDAD AMBIENTAL AL LICENCIAMIENTO

CLASIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
Muy Alta	62 - 94w proyectos licenciados por SZH en la región de seguimiento Norte de la Orinoquia
Alta	30 - 62 proyectos licenciados por SZH en la región de seguimiento Norte de la Orinoquia
Moderada	13 - 29 proyectos licenciados por SZH en la región de seguimiento Norte de la Orinoquia
Baja	4 - 12 proyectos licenciados por SZH en la región de seguimiento Norte de la Orinoquia
Muy Baja	0 - 3 proyectos licenciados por SZH en la región de seguimiento Norte de la Orinoquia

## OBSERVACIONES

En el área de estudio predomina la sensibilidad moderada del licenciamiento debido a que la SZH tiene una frecuencia de 14 proyectos licenciados. A continuación, en la **Ilustración 5** se presenta la distribución de la sensibilidad al licenciamiento y en la **Ilustración 6** el porcentaje de cada categoría.



## SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL

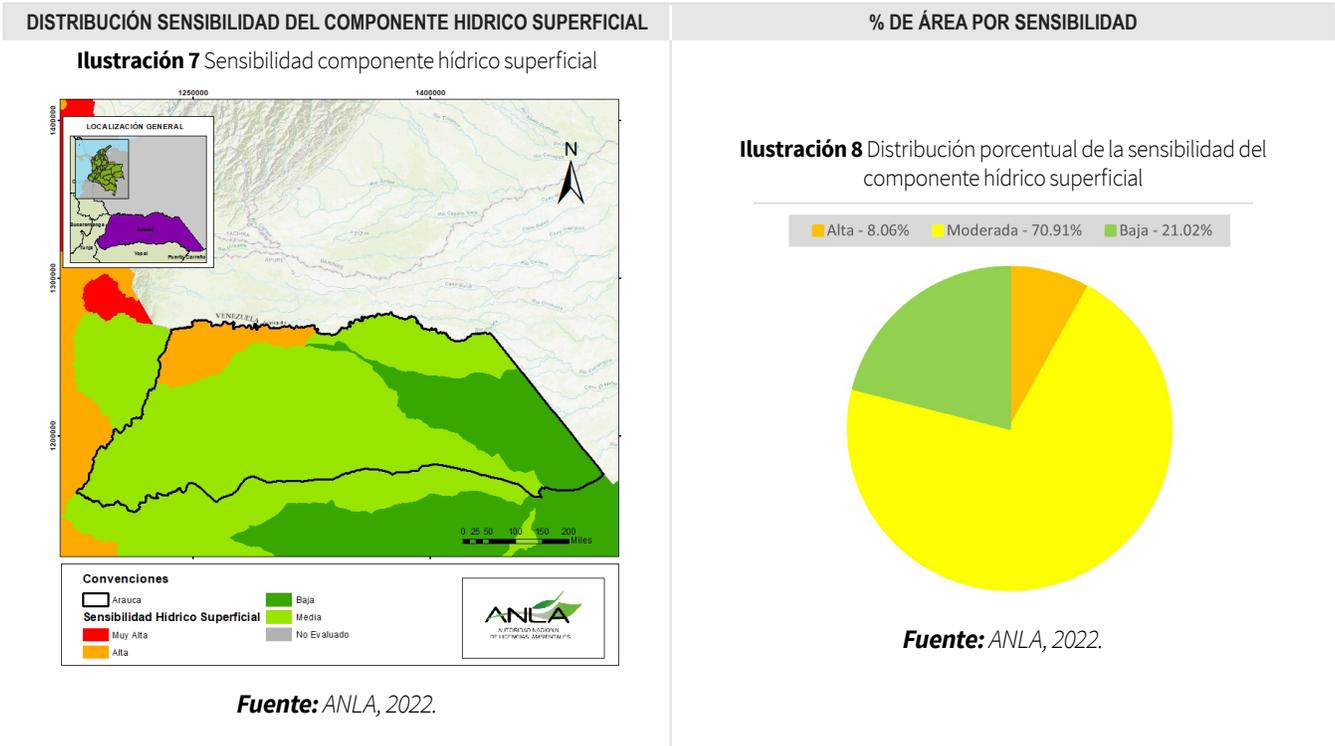
CLADIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
Baja	Se caracteriza por tener media variabilidad de la oferta hídrica en condición extrema de año seco (P1), baja variabilidad en condiciones extremas a partir de las presiones sobre la oferta hídrica natural (P2), índice muy bajo a bajo de presión hídrica sobre los ecosistemas (P3), crítico índice de sensibilidad de afectación de la calidad del agua (condiciones de la oferta hídrica para años eco (P4), muy baja erosión hídrica potencial en ladera de sedimentos (P5) y muy bajo porcentaje de transformación de zonas potenciales (P6).
Moderada	Se caracteriza por tener media variabilidad de la oferta hídrica en condición extrema de año seco (P1), moderada variabilidad en condiciones extremas a partir de las presiones sobre la oferta hídrica natural (P2), índice moderado a bajo de presión hídrica sobre los ecosistemas (P3), muy bajo a crítico índice de sensibilidad de afectación de la calidad del agua (condiciones de la oferta hídrica para años eco (P4), baja a muy baja erosión hídrica potencial en ladera de sedimentos (P5) y muy bajo a bajo porcentaje de transformación de zonas potenciales (P6).
Alta	Se caracteriza por tener media variabilidad de la oferta hídrica en condición extrema de año seco (P1), alta a muy alta variabilidad en condiciones extremas a partir de las presiones sobre la oferta hídrica natural (P2), índice alto de presión hídrica sobre los ecosistemas (P3), alto a crítico índice de sensibilidad de afectación de la calidad del agua (condiciones de la oferta hídrica para años eco (P4), baja erosión hídrica potencial en ladera de sedimentos (P5) y alto a muy alto porcentaje de transformación de zonas potenciales (P6).

### OBSERVACIONES

En el área de estudio de Arauca predomina la sensibilidad Moderada, la cual se caracteriza por tener media variabilidad de la oferta hídrica en condición extrema de año seco, moderada variabilidad en condiciones extremas a partir de las presiones sobre la oferta hídrica natural, índice moderado a bajo de presión hídrica sobre los ecosistemas, muy bajo a crítico índice de sensibilidad de afectación de la calidad del agua (condiciones de la oferta hídrica para años eco, baja a muy baja erosión hídrica potencial en ladera de sedimentos y muy bajo a bajo porcentaje de transformación de zonas potenciales. Lo anterior, se obtuvo considerando el índice integrado del agua del Estudio Nacional del Agua (ENA-2018) y



su ajuste desarrollado con la información disponible por parte de ANLA y el Sistema Integrado del Recurso Hídrico (SIRH) para la Subzona Hidrográfica (SZH) del río Cravo Norte, la cual abarca gran parte del área de estudio. A continuación, en la **Ilustración 7** se presenta la distribución de la sensibilidad del componente hídrico superficial y en la **Ilustración 8** el porcentaje de cada categoría.



### ▶ SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

CLASIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
Moderada	Presencia Sistema Acuífero según el ENA vigente y/o con moderada vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación de los modelos hidrogeológicos conceptuales regionales disponibles a 2021.
No Evaluado	Ausencia de cartografía oficial disponible.

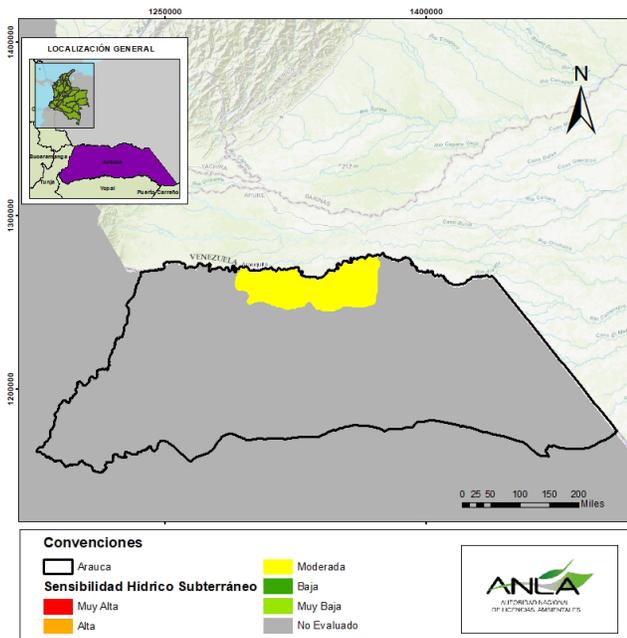
### OBSERVACIONES

En el área de estudio predomina la ausencia de información cartográfica disponible que permita evaluar la sensibilidad del componente hídrico subterráneo con 92,99%, el 7,01% restante está asociado con la sensibilidad Moderada en la cual se tiene la presencia del Sistema Acuífero Arauca-Araucita SAP3.3. A continuación, en la **Ilustración 9** se presenta la distribución de la sensibilidad del componente hídrico subterráneo y en la **Ilustración 10** el porcentaje de cada categoría.



DISTRIBUCIÓN SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

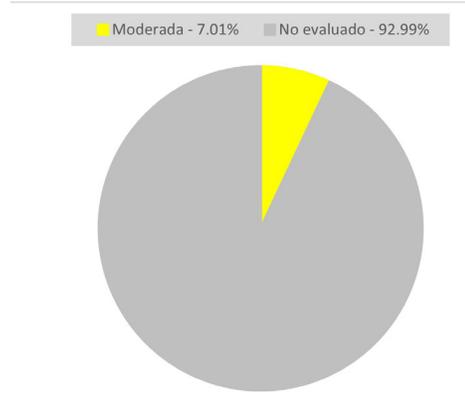
**Ilustración 9** Sensibilidad componente hídrico subterráneo



Fuente: ANLA, 2022.

% DE ÁREA POR SENSIBILIDAD

**Ilustración 10** Distribución porcentual de la sensibilidad del componente hídrico subterráneo



Fuente: ANLA, 2022.

▶ SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO

CLASIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
Baja	Zonas con <10 habitantes/Km <sup>2</sup> Precipitación total anual > 2.000 mm Velocidad del viento 0,2 - 1,5 m/s.
Muy Baja	Zonas con rangos de concentración de PM10 de <20 µg/m <sup>3</sup> ; Zonas con 100-1.000 habitantes/Km <sup>2</sup> ; Precipitación total anual > 2.000 mm; Velocidad del viento 0,2 - 1,5 m/s.

OBSERVACIONES

En el área de estudio predomina la sensibilidad muy baja con un 95,3% cobertura, la cual se caracteriza por tener rangos de concentración de PM10 de <20 µg/m<sup>3</sup> Zonas con <10 habitantes/Km<sup>2</sup>, precipitación total anual 1.000- 2.000 mm y velocidad del viento 1,5- 3,3 m/s. A continuación, en la **Ilustración 11** se presenta la distribución de la sensibilidad del componente atmosférico y en la **Ilustración 12** el porcentaje de cada categoría.

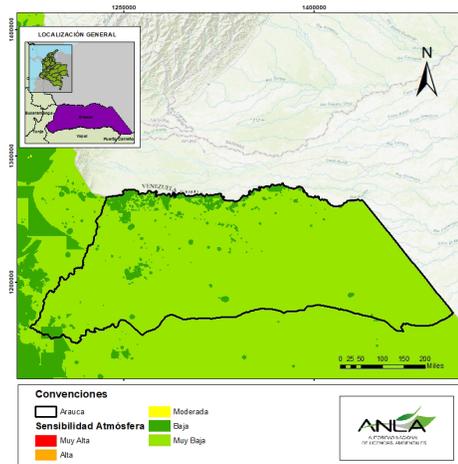


**Ilustración 11** se presenta la distribución de la sensibilidad del componente atmosférico y en la **Ilustración 12** el porcentaje de cada categoría.

**DISTRIBUCIÓN SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO**

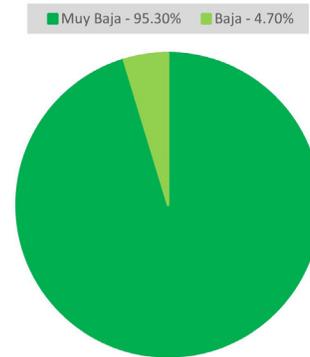
**% DE ÁREA POR SENSIBILIDAD**

**Ilustración 11** Sensibilidad del componente atmosférico



Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración 12** Distribución porcentual de la sensibilidad del componente atmosférico



Fuente: ANLA, 2022.

## ▶ SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE BIÓTICO

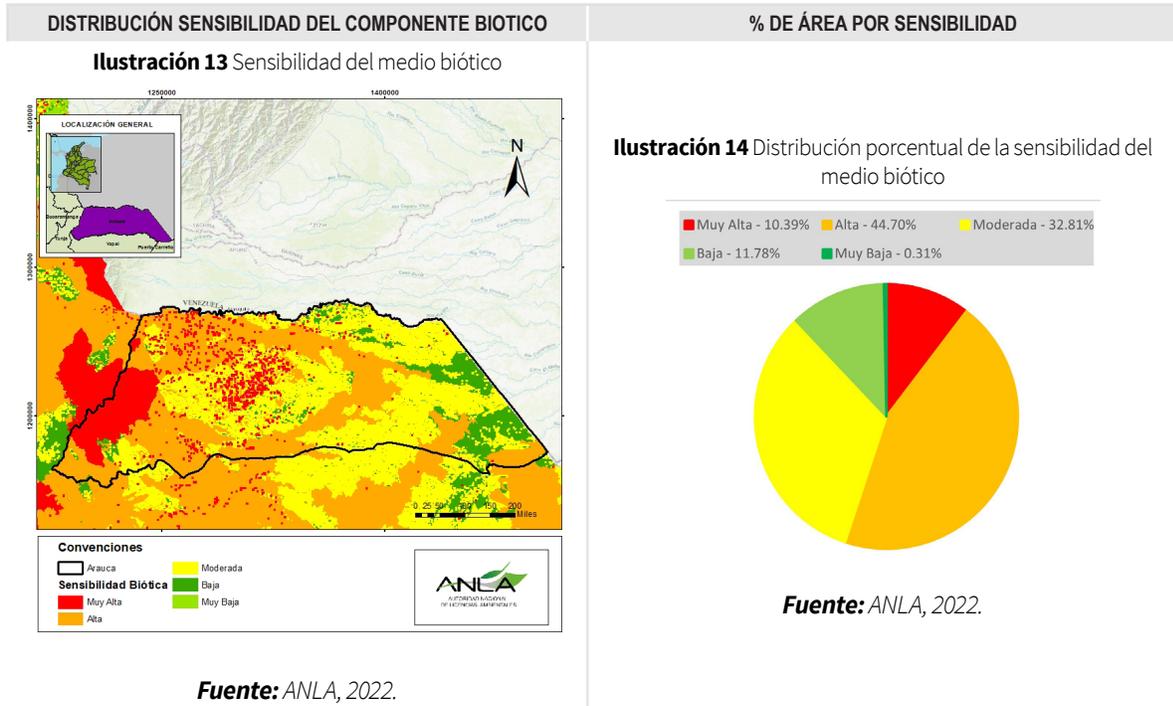
CLASIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
Muy Alta	Sin representatividad; Ecosistemas Estado crítico (CR); Ecosistemas acuático con Muy baja conectividad, muy alta presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.; Área núcleo de hábitat de fauna silvestre; Muy alta tasa de transformación; con presencia de áreas sujetas a obligaciones de compensación e inversión de 1% en seguimiento.
Alta	Muy baja representatividad; Ecosistemas En peligro (EN); Ecosistemas acuático con Baja conectividad, alta presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.; Corredor potencial para la conectividad ecológica de fauna silvestre; Alta tasa de transformación; con presencia de áreas sujetas a obligaciones de compensación e inversión de 1% consolidadas en proceso de evaluación.
Moderada	Baja representatividad; Ecosistemas Vulnerable (VU); Ecosistemas acuático con Moderada conectividad, moderada presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.; Parche de hábitat; Moderada tasa de transformación.
Baja	Media representatividad; Ecosistemas Preocupación menor (LC); Ecosistemas acuático con Alta conectividad, poca presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.; Sin papel en la conectividad funcional; Baja tasa de transformación.
Muy Baja	Alta y muy alta representatividad; Ecosistemas Sin categoría de amenaza; Ecosistemas acuático con Muy alta conectividad, muy poca presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.; Sin papel en la conectividad funcional; Muy baja tasa de transformación.

### OBSERVACIONES

En el área de estudio de Arauca predomina la sensibilidad alta con un 44,7% considerando la presencia de zonas con Muy baja representatividad; Ecosistemas En peligro (EN); Ecosistemas acuático con Baja conectividad, alta presencia de peces migratorios y de importancia pesquera.; Corredor de conectividad; Alta tasa de transformación; con presencia de



áreas sujetas a obligaciones de compensación e inversión de 1% consolidadas en proceso de evaluación. A continuación, en la **Ilustración 13** se presenta la distribución de la sensibilidad del medio biótico y en la **Ilustración 14** el porcentaje de cada categoría.

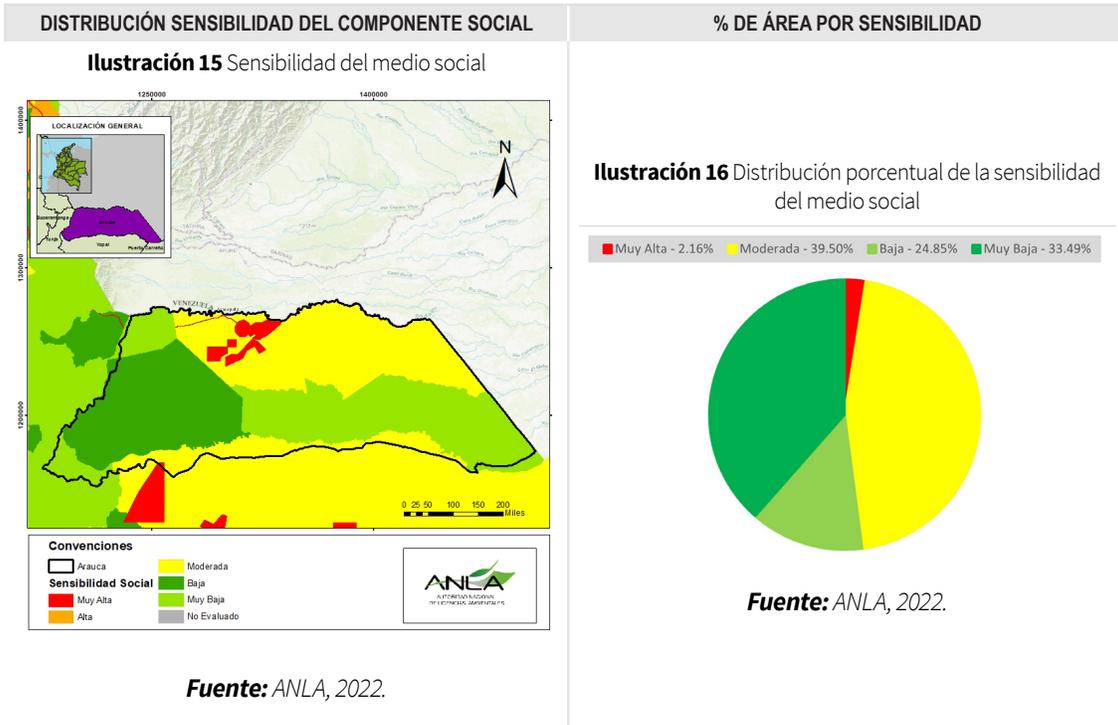


## ▶ SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE SOCIAL

CLASIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
<b>Muy Alta</b>	Mas de 50 quejas en el aplicativo de denuncias ambientales y/o presencia de proyectos con procesos jurídicos activos.
<b>Alta</b>	Entre 25-50 quejas.
<b>Moderada</b>	Entre 3 -24 quejas.
<b>Baja</b>	Entre 1 – 2 quejas.
<b>Muy Baja</b>	0 quejas.

### OBSERVACIONES

En el área de estudio de Arauca predomina la sensibilidad Moderada con 39,50%, es decir en la zona se tienen proyectos que presentan entre 3 y 24 quejas, en seguida se tiene una sensibilidad Muy Baja con 33,49% (zonas que por lo general tienen baja presencia de proyectos), Baja con 24,85% y Muy Alta con 2,16%. En la **Ilustración 15** se presenta la distribución de la sensibilidad del componente social y en la **Ilustración 16** el porcentaje de cada categoría.



## ▶ SENSIBILIDAD GEOTÉCNICA

CLASIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
<b>Muy Alta</b>	Según SGC zonas de laderas muy inestables, con alta pendiente y fuerte intervención antrópica.
<b>Alta</b>	Según SGC zonas con laderas inestables y áreas con inestabilidad acentuada por procesos erosivos.
<b>Moderada</b>	Según SGC Zonas con laderas sin evidencia de inestabilidad y áreas de laderas con inestabilidad generada por procesos erosivos de baja intensidad predominando procesos de reptación.
<b>Baja</b>	Según SGC zonas planas o con laderas de pendientes bajas, muy poco pobladas, en general estables.

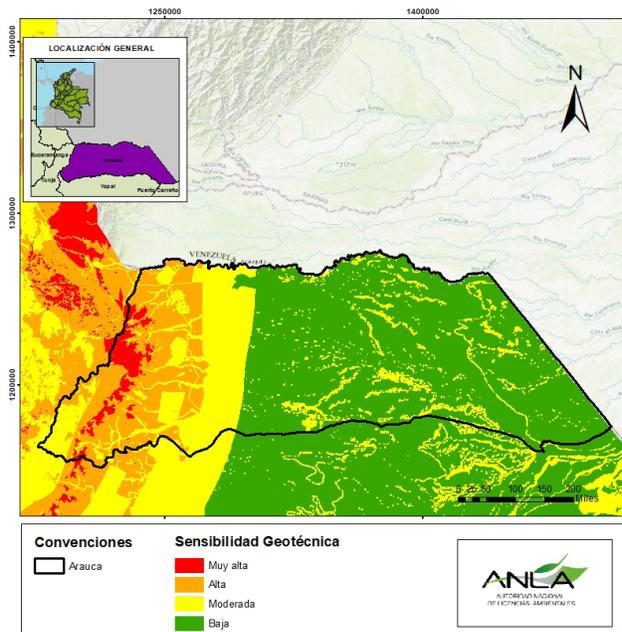
### OBSERVACIONES

En el área de estudio predomina la sensibilidad baja para el componente geotécnico con un 61,58%, seguida por la Moderada con 16,75%, Alta con 16,23% y Muy Alta con 5,44%. De acuerdo con lo anterior, en la zona objeto de análisis hay mayor presencia de áreas planas o con laderas de pendientes bajas, muy poco pobladas y en general estables. En la **Ilustración 17** se presenta la distribución de sensibilidad geotécnica y en la **Ilustración 18** en porcentaje de cada categoría.



DISTRIBUCIÓN SENSIBILIDAD GEOTÉCNICA

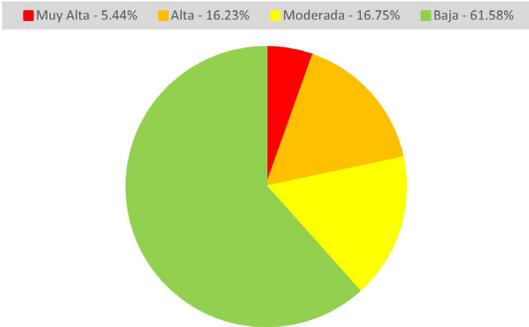
Ilustración 17 Sensibilidad Geotécnica



Fuente: ANLA, 2022.

% DE ÁREA POR SENSIBILIDAD

Ilustración 18 Distribución Porcentual de la sensibilidad Geotécnica



Fuente: ANLA, 2022.

▶ SENSIBILIDAD CAMBIO CLIMÁTICO

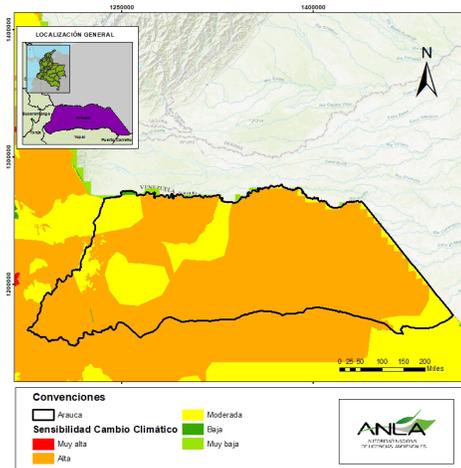
OBSERVACIONES

En el área de estudio predomina la sensibilidad “Alta” frente al cambio climático “Alta”, esta categoría se caracteriza por presentar un alto Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades (DNP – 2018), un escenario de Cambio Climático 2011-2040 y una alta sensibilidad a la Inundación Fenómeno Niña 2010 -2011 (IDEAM). En la **Ilustración 19** se presenta la distribución de la sensibilidad frente al cambio climático y en la **Ilustración 20** el porcentaje de cada categoría.



DISTRIBUCIÓN SENSIBILIDAD CAMBIO CLIMÁTICO

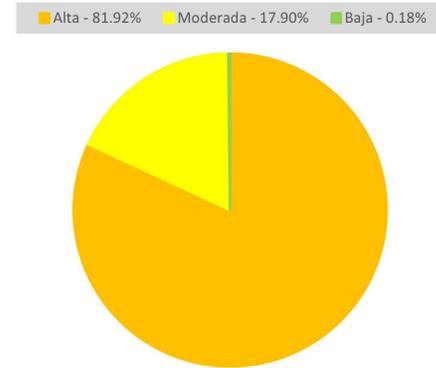
Ilustración 19 Sensibilidad frente al cambio climático



Fuente: ANLA, 2022.

% DE ÁREA POR SENSIBILIDAD

Ilustración 20 Distribución porcentual de la sensibilidad frente al cambio climático



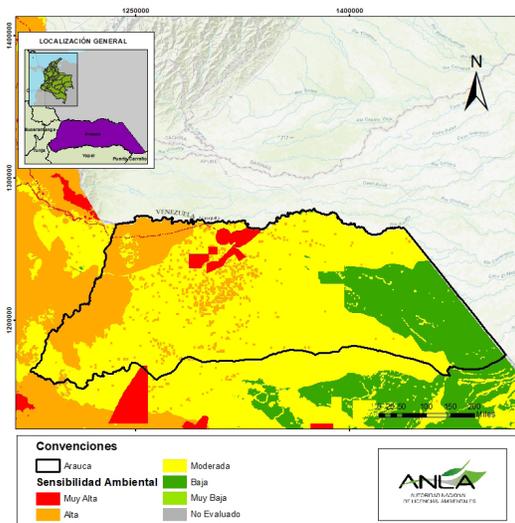
Fuente: ANLA, 2022.

▶ SENSIBILIDAD AMBIENTAL FINAL

El área de interés se ubica en una región predominantemente de sensibilidad ambiental regional de categoría Moderada, como resultado de la ponderación de los criterios de sensibilidades intermedias: en los componentes hídrico superficial, hídrico subterráneo, atmosférico, geotécnico, medio biótico, medio socioeconómico y de manera transversal cambio climático y licenciamiento. A continuación, en la **Ilustración 21** se presenta la distribución de la sensibilidad ambiental final y en la **Ilustración 22** el porcentaje de cada categoría.

DISTRIBUCIÓN SENSIBILIDAD AMBIENTAL FINAL

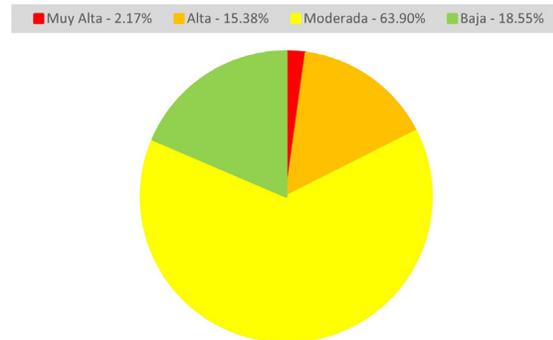
Ilustración 21 Sensibilidad ambiental final



Fuente: ANLA, 2022.

% DE ÁREA POR SENSIBILIDAD

Ilustración 22 Distribución porcentual de la sensibilidad ambiental final



Fuente: ANLA, 2022.



## JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS

De las 32 categorías estandarizadas de impacto (CEI) que se encuentran definidas en el instrumento Estandarización y jerarquización de impactos ambientales, 27 han sido reportadas en los 19 proyectos licenciados en el área de estudio. Estas 27 categorías, agrupan los 188 impactos que han sido reportados en los Estudios de Impacto Ambiental analizados y se distribuyen en dos sectores económicos (Hidrocarburos y Minería) (**Tabla 2**). La **Ilustración 23** muestra la ubicación y frecuencia de las CEI para cada uno de los proyectos, evidenciando que los proyectos LAV0025-00-2015, LAV0009-00-2015, LAM1082 y LAM1901 son los que mayor frecuencia de categorías de impactos reportan (25, 19, 17 y 16 respectivamente).

**Tabla 2.** Número de CEI por expediente en el área de estudio. H: Hidrocarburos (TryCo: Transporte y Conducción; Ex: Exploración; Exr/Ext Exploración/Exploración); M: Minería (MatCons: Materiales de construcción y arcillas o minerales industriales no metálicos).

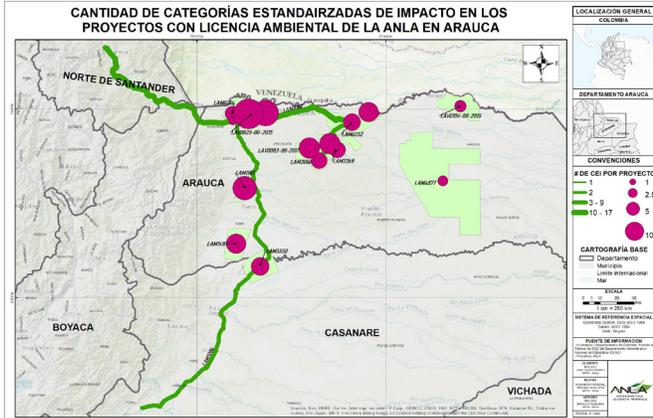
EXPEDIENTE	SECTOR	SUBSECTOR	NÚMERO DE IMPACTOS ESTANDARIZADOS	EXPEDIENTE	SECTOR	SUBSECTOR	NÚMERO DE IMPACTOS ESTANDARIZADOS
LAM0214	H	Exr/Ext	6	LAV0083-00-2017	H	Ex	12
LAM1082	H	TryCo	17	LAV0101-00-2014	H	TryCo	1
LAM1821	M	MatCons	11	LAV0104-00-2015	H	Ex	4
LAM3062	H	TryCo	9	LAM0252	H	Ex	8
LAM3368	H	Exr/Ext	7	LAM1481	H	Ex	11
LAM4877	H	Ex	3	LAM1901	H	Ex	16
LAM5104	H	TryCo	2	LAM2821	H	Ex	9
LAM5558	H	Ex	9	LAM3086	H	Ex	7
LAV0009-00-2015	H	Ex	19	LAV0025-00-2015	H	Ex	25
LAV0069-00-2018	H	Exr/Ext	12				

Fuente: ANLA. 2022.

Las frecuencias de las CEI por sector económico y componente ambiental presentadas en la **Ilustración 24** muestran que el sector de hidrocarburos es el que más CEI reporta con una frecuencia de 177, mientras que minería solamente reporta una frecuencia de 11. En ambos sectores los impactos sobre el componente atmosférico son los más frecuentes, pues han sido reportados 29 veces en hidrocarburos y tres veces en minería, seguido del componente cultural e hidrológico con 23 impactos entre ambos sectores para cada uno de estos componentes. Por el contrario, los demás componentes reportan CEI con frecuencias menores a trece.

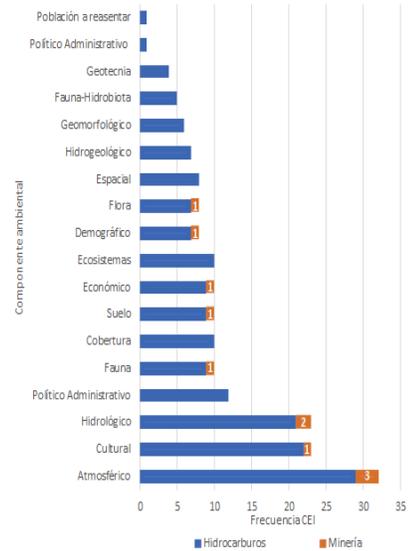


**Ilustración 23.** Frecuencia de CEI representados en cada proyecto. La representación cartográfica de las frecuencias es proporcional al tamaño del círculo en el caso de los proyectos tipo área (por ejemplo, minería) y al grosor de la línea en los proyectos lineales (por ejemplo, hidroeléctricas).



Fuente: ANLA, 2022.

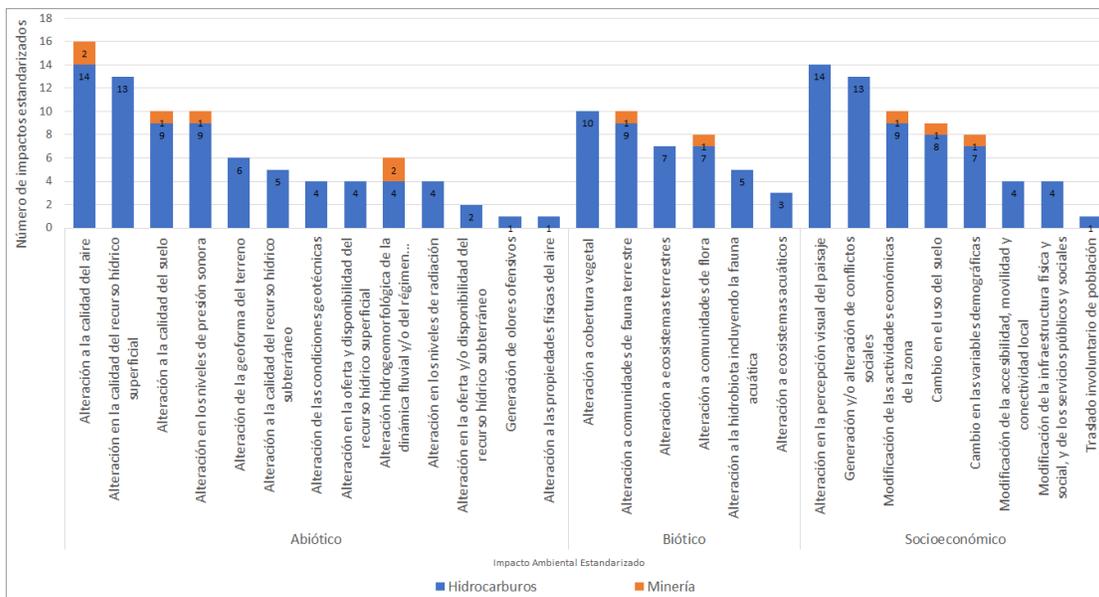
**Ilustración 24.** Frecuencia de CEI por componente ambiental



Fuente: ANLA, 2022.

Respecto a las CEI, la categoría más veces reportada por los proyectos en el área de interés fue la alteración a la calidad del aire con una frecuencia de 16, seguida por la alteración a la percepción visual del paisaje, alteración en la calidad del recurso hídrico superficial y la generación o alteración de conflictos sociales. Por el contrario, la generación de olores ofensivos, la alteración de las propiedades físicas del aire y el traslado involuntario de población, son las CEI que únicamente se reportan una vez (**ver Ilustración 25**).

**Ilustración 25.** Frecuencia de CEI por cada uno de los sectores económicos con expedientes ANLA en el área de estudio

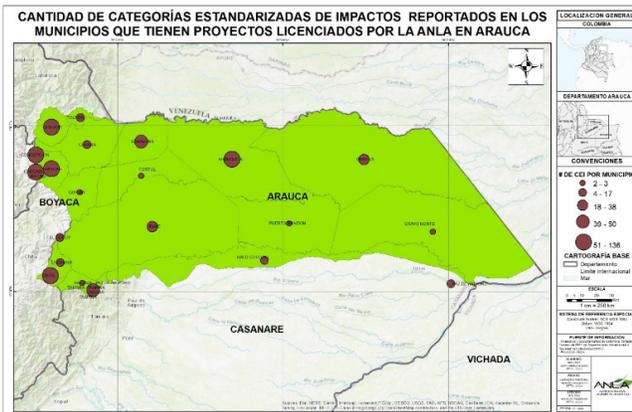


Fuente: ANLA, 2022.



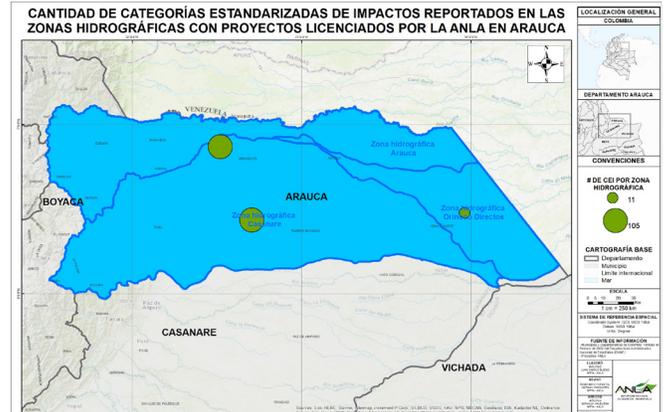
A nivel municipal, Arauquita, Carcasí, Chiscas, Chitá, Chitagá y Concepción son los municipios en donde los proyectos allí desarrollados reportan mayor número de CEI (todos con 136). Por el contrario, los municipios con menos de cuatro impactos reportados son: Cravo Norte, Puerto Rondón, Sácama, Fortul y Güicán (**Ilustración 26**). Finalmente, de las tres zonas hidrográficas del área de estudio, la zona hidrográfica Casanare y la zona hidrográfica Arauca que son las que ocupan la mayor parte del área, reportan las mayores frecuencias de impactos, con 105, mientras que en la zona hidrográfica Orinoco Directos, ubicada al Sur-Oriente del área de estudio, se reportan once impactos (**Ilustración 27**). Por su parte, a escala de subzonas hidrográficas, en la que se reporta la mayor cantidad de impactos estandarizados es la subzona del Río Banadía y otros Directos al Río Arauca (86 impactos estandarizados), seguida de la subzona Río Cravo Norte (85). Por el contrario, la subzona con menor número de impactos reportados es Caño Samuco, con una frecuencia de 3 (**Ilustración 28**).

**Ilustración 26.** Cantidad de impactos ambientales estandarizados reportados por proyectos licenciados por ANLA en los municipios del área de estudio



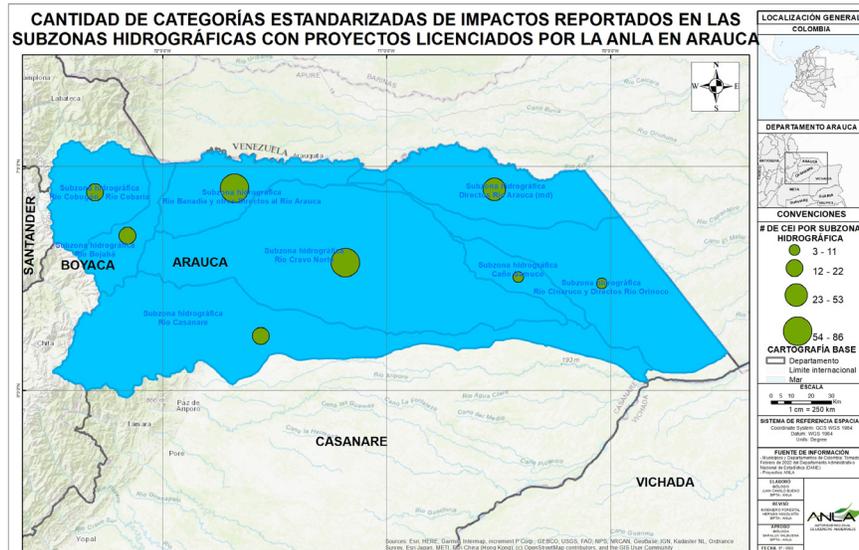
Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración 27.** Cantidad de impactos ambientales estandarizados por zona hidrográfica presente en el área de estudio



Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración 28.** Cantidad de impactos ambientales estandarizados por subzona hidrográfica presente en el área de estudio.





## INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN

INSTRUMENTO	OBJETO DE PLANIFICACIÓN	NÚMERO ACTO ADMINISTRATIVO
Objetivos de Calidad	Río Madre Vieja	Resolución CORPORINOQUIA 30036181964 del 2017-12-05
	Río Meta	Resolución CORPORINOQUIA 200-41-09-0481 del 2009-04-30
	Quebrada La Pava	Resolución CORPORINOQUIA 30036181965 del 2018-12-05
	Caño La Vicha	Resolución CORPORINOQUIA 30036181966 del 2018-12-05
	Caño Salibón y/o La Salve	Resolución CORPORINOQUIA 30036181967 del 2018-12-05
	Caño Jujú	Resolución CORPORINOQUIA 30036181969 del 2018-12-05
	Río Casanare Tramo	Resolución CORPORINOQUIA 300-41-12-1676 del 2012-12-13
	Río Arauca	Resolución CORPORINOQUIA 30036181970 del 2018-12-05
Planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (POMCAS)	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca - SZH	Resolución CORPORINOQUIA N° 300.41-11.2114 del 30/12/2011
	Río Ele	Resolución CORPORINOQUIA N° 300.41-16-0413 del 30/3/2016
	Caño Caranal	Resolución CORPORINOQUIA N° 300.36-18.1727 del 29/10/2018
Plan general de ordenación forestal (PGOF)	Corporación Autónoma Regional de Boyacá	Resolución 680 del 2/03/2011

Instrumento	Objeto de planificación	Número acto administrativo	Información Geográfica
Determinantes ambientales	Por la cual se establecen las determinantes ambientales y se deroga Resolución No. 300.41.17.2193 del 26 de diciembre de 2017	Resolución CORPORINOQUIA No. 300.36.21.0297 del 5 de abril de 2021 <a href="https://drive.google.com/drive/folders/13IKj0ZpKk6BZj83SJ9Bq9X-baEZOS1Z0A">https://drive.google.com/drive/folders/13IKj0ZpKk6BZj83SJ9Bq9X-baEZOS1Z0A</a>	<a href="https://drive.google.com/drive/folders/1DWUvwrwQRY6qbaA4YRxL-HUQ8t0mMhrJW?usp=sharing">https://drive.google.com/drive/folders/1DWUvwrwQRY6qbaA4YRxL-HUQ8t0mMhrJW?usp=sharing</a>
TdR Recurso Hídrico	Por medio de la cual se adoptan los términos de referencia para la solicitud de permiso de estudio del recurso hídrico para proyectar obras o trabajos para su futuro aprovechamiento	Resolución CORPORINOQUIA N° 500-41-15-0430 del 20 de marzo de 2015 <a href="http://www.corporinoquia.gov.co/files/gestio_recurso_hidrico/50041150430_Terminos_de_referencia_permiso_de_recurso_hidrico.pdf">http://www.corporinoquia.gov.co/files/gestio_recurso_hidrico/50041150430_Terminos_de_referencia_permiso_de_recurso_hidrico.pdf</a>	No presenta
Aprovechamiento Forestal / Veda regional	Por la cual se expide el régimen de administración del recurso forestal de la corporación autónoma regional de la Orinoquia - Corporinoquia.	Resolución CORPORINOQUIA 0687 del 22 de diciembre de 1997 <a href="https://www.corporinoquia.gov.co/files/Normas_sobre_aprovechamiento_forestal/Resolucion_0687_del_22_de_diciembre_de_1997.pdf">https://www.corporinoquia.gov.co/files/Normas_sobre_aprovechamiento_forestal/Resolucion_0687_del_22_de_diciembre_de_1997.pdf</a>	No presenta
Sísmica	<i>La Corporación con base en el principio de Rigor Subsidiario, hace exigible, complementa y adiciona la Guía Ambiental para Proyectos de Exploración Sísmica Terrestre.</i> Por medio de la cual se integran los lineamientos ambientales para la ejecución de programas de prospección sísmica terrestre en la jurisdicción de CORPORINOQUIA	Resolución CORPORINOQUIA 200-41-10-0440 del 18 de marzo de 2010 <a href="http://www.corporinoquia.gov.co/files/sismica/0440.pdf">http://www.corporinoquia.gov.co/files/sismica/0440.pdf</a>	No presenta
Parque Nacional Natural	Por medio de la cual se delimita y reserva un área de 306.000 ha de superficie aproximada que se denominará Parque Nacional Natural El Cocuy.	Resolución Ministerio de Agricultura N°156 del 6/6/1977	No presenta



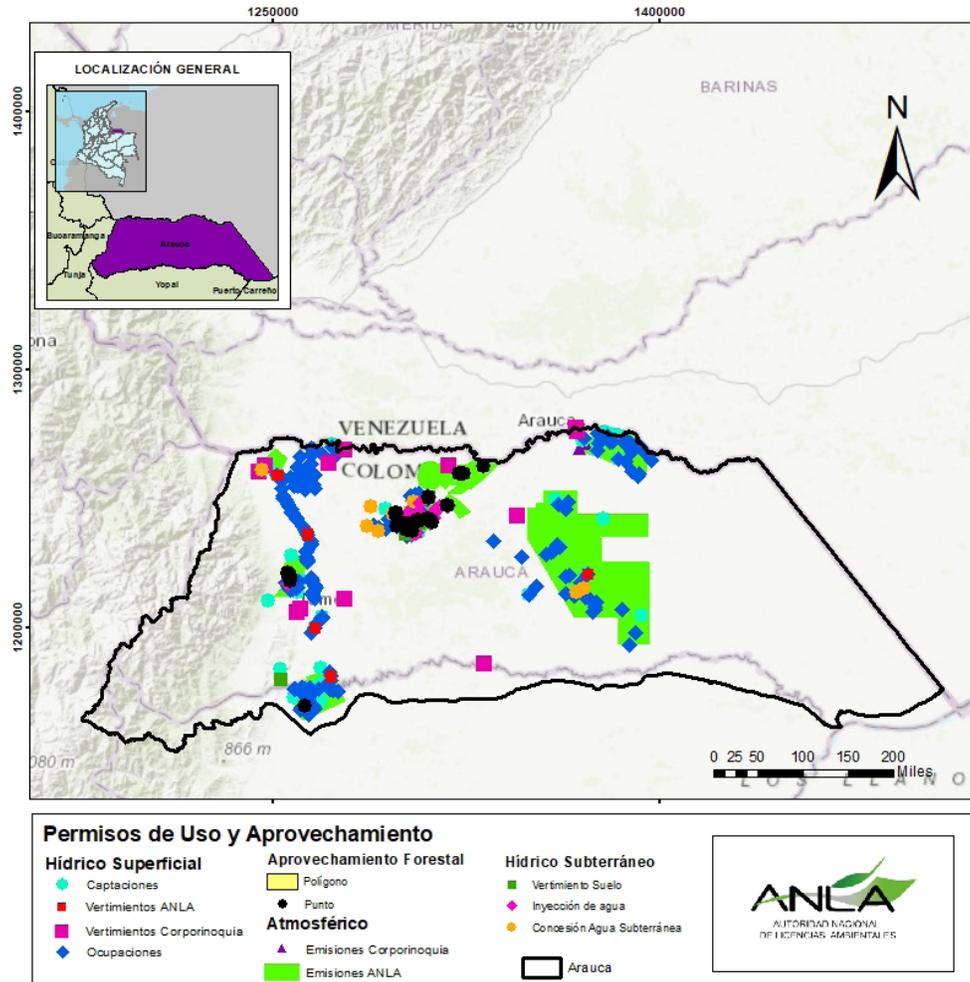
Instrumento	Objeto de planificación	Número acto administrativo	Información Geográfica
Reserva Forestal Protectora	Por el cual se declara Área de Reserva Forestal Protectora Cuenca Alta del Río Satocá, ubicada en jurisdicción del municipio de Saravena, Arauca.	Acuerdo INDERENA N° 0026 de 1990	No presenta
Reserva Forestal Protectora	Por el cual se declara Área de Reserva Forestal Protectora Cuenca del Río Tame, ubicada en jurisdicción del municipio de Tame, Arauca.	Acuerdo INDERENA N° 0063 de 1985	No presenta
Distrito Nacional de Manejo Integrado	Por medio de la cual se reserva, delimita, alindera y declara el Distrito Nacional de Manejo Integrado Cinaruco	Resolución Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible N° 1441 del 31/07/2018	No presenta
Reserva Natural de la Sociedad Civil	Por medio del cual se registra la Reserva Natural de la Sociedad Civil "Bombay", vereda La Virgen, municipio Cravo Norte	Resolución N°38 del 30/03/2017	No presenta
Reserva Natural de la Sociedad Civil	Por medio del cual se registra la Reserva Natural de la Sociedad Civil "El Guamito", vereda Matal de Flor Amarillo, municipio Arauca	Resolución N°222 del 20/11/2019	No presenta
Reserva Natural de la Sociedad Civil	Por medio del cual se registra la Reserva Natural de la Sociedad Civil "El Horizonte", vereda El Horizonte, municipio Cravo Norte.	Resolución N°0049 del 27/04/2017	No presenta
Reserva Natural de la Sociedad Civil	Por medio del cual se registra la Reserva Natural de la Sociedad Civil "La Virgen", vereda El Horizonte, municipio Cravo Norte	Resolución N°0042 del 04/04/2017	No presenta
Reserva Natural de la Sociedad Civil	Por medio del cual se registra la Reserva Natural de la Sociedad Civil "Los Paraguitos", vereda La Esperanza, municipio Cravo Norte	Resolución N°0037 del 30/03/2017	No presenta



## DEMANDA DE RECURSOS NATURALES - PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO

A continuación, en la **Ilustración 29** se presenta la distribución espacial de los permisos otorgados en el área de estudio tanto por ANLA como por la Corporación Autónoma Regional con jurisdicción en esta zona, que corresponde a Corporinoquia. Respecto a esta última entidad es pertinente señalar que no en todos los componentes analizados se contó con información de esta:

**Ilustración 29** Permisos de recursos naturales en el área de estudio



Fuente: ANLA, 2022.



▶ CONCESIÓN DE AGUA SUPERFICIAL

Sector	Expediente	Operador	Nombre del proyecto	Tipo AA	AA	Fecha AA	Autoridad	Q concedido (l/s)	Fuente Hídrica	Coordenadas Origen Único Nacional CTM12	
										Este	Norte
Hidrocarburos	LAM3368	SIERRACOL ENERGY ARAUCA, LLC	Explotación De Hidrocarburos En El Área Caricare	Res	157	26/01/2006	MADS	3	Río Ele	5187007,7	2302066,46
					111	21/01/2010	MADS	3	Río Ele	5187006,81	2302067,75
	LAM0214	ECOPTEROL S.A.	Campo Arauca	Res	500.41.16-1415	14/10/2016	CORPORINOQUIA	3.69	Caño Claro	5128673,72	2328544,22
								3.69	Río Banadía	5132269,38	2324639,15
	LAV0069-00-2018	SIERRACOL ENERGÍA ARAUCA, LLC	Estudio De Impacto Ambiental Para El Campo De Producción Cosecha	Res	1973	10/1/2019	ANLA	6	Caño La Colorada	5193385,89	2309002,03
								6	Caño La Colorada	5184346,5	2309138,64
	LAM5558	PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD SUCURSAL	Trámite Administrativo De Licencia Ambiental Para El Proyecto Área De Perforación Exploratoria Llanos -10	Res	550	29/05/2014	ANLA	5.6	Caño La Osa	5149197,33	2236965,53
								5.6	Caño La Toma	5138735,46	2238384,05
								5.6	Río Tocoragua	5149239,17	2249412,61
								5.6	Caño Yaguarapo	5152443,57	2241664,61
								5.6	Caño Rumichaca	5143047,15	2234112,15
								5.6	Río Casanare	5145004,1	2242138,41
								5.6	Río Casanare San Salvador	5153134,31	2246313,56
								5.6	Río Casanare Punto Central	5149234,44	2243299,07
								5.6	Caño Flor Amarillo Punto Central	5146788,27	2237366,64
	LAV0009-00-2015	ECOPETROL S.A.	Área De Perforación Exploratoria Oroprieto - Corindón - Área De Perforación Exploratoria Oroprieto - Corindón - Licencia Ambiental.	Res	978	7/3/2018	ANLA	3	Río Arauca	5153356,44	2336219,39
	LAM1481	ECOPETROL S.A.	Bloque De Perforación Exploratoria Tocoragua. Y PMA Prospecto Tocoragua 1.	Res	724	30/07/1997	CORPORINOQUIA	3	RÍO TOCORAGUA	5133533,02	2249335,2
	LAM1901	PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD SUCURSAL	Exploración Y Explotación Petrolera. Contrato De Asociación Capachos	Res	1814	24/11/2005	MADS	0.5	QUEBRADA MACAGUANA	5137598	2284458,35
							2.5	RÍO CRAVO NORTE	5128740,5	2275907,77	
							2.5	RÍO CABALALIA	5137869,53	2293129,06	
							2.5	MACAGUANA	5137701,84	2284450,07	
					2281	24/11/2006	MADS	2.5	MACAGUANA	5141035,18	2283969,61
							2.5	RÍO CRAVO NORTE	5139860,17	2279016,02	
LAV0083-00-2017	SIERRACOL ENERGÍA ARAUCA, LLC	Estudio De Impacto Ambiental Área De Perforación Exploratoria	Res	1638	29/09/2018	ANLA	4.5	Río Caranal	5174517,82	2311284,76	
							4.5	Caño La Colorada	5184351,98	2309122,99	
LAM4877	FRONTERA ENERGY COLOMBIA CORP., SUCURSAL COLOMBIA	Bloque De Perforación Exploratoria Arauca.	Res	2623	20/12/2010	MADS	2.5	Río Ele	5251914,87	2285868,11	
							2.5	Río Cravo Norte	5273209,92	2269674,87	
							2.5	Río Cravo Norte	5229554,58	2277977,55	
							2.5	Caño Agua de Limón	5258384,13	2307017,35	
							2.5	Caño Las Brujas	5240295,55	2314820,49	
							2.5	Río Lipa	5241677,65	2296116,96	



Hidrocarburos	LAV0104-00-2015	TELPICO COLOMBIA	Proyecto De Perforación Exploratoria De Hidrocarburos En El Bloque Llanos 42	Res	1088	23/09/2016	ANLA	3	Río Arauca	5262146,71	2339790,1
								3	Río Arauca	5264620,81	2339160,33
								3	Río Arauca	5263874,24	2339172,62
								3	Río Arauca	5258928,06	2340886,2
								3	Caño Ruano	5250732,92	2337288,65
								3	Caño Arrecife	5264135,94	2330251,66
								3	Caño la Aguadita	5256287,78	2333530,21
								3	Caño Jesus	5257388,38	2337703,87
								301	Río Banadia	5132242,39	2324619,1
								240	Río Banadia	5132389,09	2324575,83
								240	Río Casanare	5152615,1	2246476,09
								1.4	Río Casanare	5145047,98	2242148,65
								240	Río Casanare	5152588,44	2246626,93
								1.4	Caño Chicanoa	5149610,29	2269518,59
								240	Río Tame	5146789,57	2265388,37
								241.4	Río Tame	5146817,6	2265423,26
								241.4	Río Caranal	5144046	2301391,73
								241.4	Río Caranal	5143959,45	2301541,72
<p>NE: No especificado. AA: Acto Administrativo Res: Resolución Q: caudal</p> <p>CAUDAL TOTAL OTORGADO: 2.130,78 L/S</p> <p>El río Arauca y río Cravo Norte son los drenajes con más concesiones en el área de estudio (con 4 cada uno).</p>											



## ▶ VERTIMIENTOS A CUERPO DE AGUA - ANLA

Sector	EXP ANLA	Operador	Nombre del proyecto	Tipo de AA	AA	Fecha AA	Autoridad	Q concedido (L/s)	Fuente Hídrica	Coordenadas Origen Único Nacional CTM12	
										Este	Norte
Hidrocarburos	LAM3368	SIERRACOL ENERGY ARAUCA, LLC	Explotación De Hidrocarburos En El Área Caricare	Res	157	26/01/2006	MADS	2700	Río Ele	5186300,37	2301965,72
					111	21/01/2010	MADS	3	Río Ele	5186300,37	2301965,72
	LAM4877	FRONTERA ENERGY COLOMBIA CORP., SUCURSAL COLOMBIA	Bloque De Perforación Exploratoria Arauca.	Res	2623	20/12/2010	MADS	5.5	Río Ele	5252381,64	2285668,45
	LAM5104	OLEODUCTO BICENTENARIO DE COLOMBIA S.A.S.	Construcción Y Operación Del Oleoducto Araguañey - Banadía	Res	793	5/2/2011	MADS	65	Río Casanare	5152656,03	2246470,02
						5/2/2011	MADS	65	Río Casanare	5152626,42	2246639,84
						5/2/2011	MADS	65	Río Tame	5146800,45	2265337,42
						5/2/2011	MADS	65	Río Tame	5146833,5	2265380,3
						5/2/2011	MADS	65	Río Canaral	5144078,01	2301414,64
						5/2/2011	MADS	65	Río Canaral	5143989,47	2301567,62
						5/2/2011	MADS	65	Río Banadía	5132416,14	2324607,73
						5/2/2011	MADS	65	Río Banadía	5132259,46	2324655,02
5/2/2011	MADS	64	Río Banadía	5132241,4	2324618,11						
NE: No especificado.											
AA: Acto Administrativo											
Res: Resolución											
Q: caudal											
<b>CAUDAL TOTAL OTORGADO: 3292,5 L/S</b>											
El río Banadía es el drenaje que más vertimientos tiene autorizados en el área de estudio (3 en total).											

## ▶ VERTIMIENTOS A CUERPO DE AGUA - CORPORINOQUIA

Operador	Nombre del proyecto	No de AA	Fecha AA	Autoridad	Q Concedido (L/s)	Fuente Hídrica	Coordenadas Origen Único Nacional CTM12	
							Este	Norte
Municipio de Saravena	Operación del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas del Municipio de Saravena, Departamento de Arauca	700.36.18-0032	05 de marzo de 2018	CORPORINOQUIA	45	Río Arauca	5127389.66	2328268.26
Emserpa E.I.C.E. E.S.P	Funcionamiento	120.15.06-012	13 de febrero de 2006	CORPORINOQUIA	150	Río Arauca	4918830.49	2341286.22
Caribabare E.S.P	Optimización de Sistema de Saneamiento Básico en las Comunidades Indígenas del Municipio de Tame, Departamento de Arauca	700.41.10-136	12 de agosto de 2010	CORPORINOQUIA	0.006	Río Arauca	5158274.04	2276769.17
Caribabare E.S.P	Ampliación y Optimización del sistema de alcantarillado sanitario del Centro Poblado Puerto Jordán	700.41.10-171	08 de noviembre de 2010	CORPORINOQUIA	12	Río Arauca	5158274.04	2276769.17
Caribabare E.S.P	Construcción de Alcantarillado Pluvial en los Barrios, Santander, El Cielo y Porvenir del Municipio de Tame, Departamento de Arauca	700.41.11-050	25 de abril de 2011	CORPORINOQUIA	8	Río Arauca	5139681.02	2271460.38



Caribabare E.S.P	Construcción de Alcantarillado Pluvial en los Barrios, Villa Adela y Santa Fé del Municipio de Tame, Departamento de Arauca	700.41.11-051	25 de abril de 2011	CORPORINOQUIA	8	Rio Arauca	5140982.81	2272817.58
Empresa Ingeniería y Multisoluciones E.S.P S.A	Permiso de Vertimientos para aguas residuales domésticas, provenientes del sistema de tratamiento	700.41.09-003	28 de enero de 2009	CORPORINOQUIA	16	Rio Arauca	5211917.12	2251351.71
Ecades E.S.P	Agua Residuales Domésticas del Centro Poblado La Esmeralda	700.41.15-014	06 de marzo de 2015	CORPORINOQUIA	7	Rio Arauca	5152291.39	2329114.63
Estación de Servicio El Arauco - Gloria Alejandra Roa Barón	Funcionamiento de la Estación de Servicio El Arauco, localizada en la Carrera 13 No. 12-30, Municipio de Saravena, Departamento de Arauca	700.41.17-0149	07 de Julio de 2017	CORPORINOQUIA	0.011	Rio Arauca	5124975.04	2325729.27
Radio Tax	RADIO TAX ARAUCA LTDA, identificada con Nit. 800.093.110-2	700.36.18-0227	16 de octubre de 2018	CORPORINOQUIA	0.019	Rio Arauca	5248498.67	2341121.21
Decima Octava Brigada del Ejército Nacional	Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, campamentos móviles, en el Municipio de Arauca, Departamento de Arauca	700.41.09-055	12 de junio de 2009	CORPORINOQUIA	0.05	Rio Arauca	5183435.41	2303497.17
Municipio de Arauquita	Permiso de Vertimientos de las aguas residuales domesticas tratadas al Cuerpo superficial Caño Agua Limón	700.41.09-010	11 de febrero de 2009	CORPORINOQUIA	45	Rio Arauca	5138835.45	2051628.01
Municipio de Arauquita	Construcción segunda etapa del Alcantarillado el Troncal en el lote finca La Palmita	700.41.12-0016	27 de febrero de 2012	CORPORINOQUIA	9	Rio Arauca	5178722408	2333692048
Municipio de Arauca	Diseño y Construcción de canales colectores, cunetas, estructuras superficiales y sistemas para el manejo, drenaje y conducción de aguas servidas, aguas residuales y lluvias para erradicar la insalubridad en la Carrera 16 desde el Caño Cordoba hasta el humedal Pozo de las Babas y calle 15 entre carrera 15 y 16 del Municipio de Arauca, Departamento de Arauca	NE	02 de agosto de 2010	CORPORINOQUIA	230	Rio Arauca	5247808.72	2342667.34
Municipio de Saravena	Construcción del Sistema de Alcantarillado Pluvial para el Control y Manejo de Aguas Lluvia en el Sector Barrio San Luis del Municipio de Saravena, Departamento de Arauca	700.41.13-001	03 de enero de 2013	CORPORINOQUIA	666	Rio Arauca	5198407.13	2328153.29
Departamento de Arauca	Construcción de obras de protección en el dique perimetral en el sector el Samuro y zona central en el Municipio de Arauca, Departamento de Arauca	700.41.10-125	19 de Julio de 2010	CORPORINOQUIA	1	Rio Arauca	5247708.94	2342613.4
Departamento de Arauca	Diseño y Construcción de la Primera Etapa del Complejo Ferial del Municipio de Arauca, Departamento de Arauca	700.41.11-008	27 de enero de 2011	CORPORINOQUIA	6.5	Rio Arauca	5158103.89	2334557.48
Departamento de Arauca	Construcción de Obra de Drenaje, área Administrativa y Vías de Acceso de la Institución Educativa Concentración de Desarrollo Rural, Municipio de Saravena	700.41.11-075	31 de mayo de 2011	CORPORINOQUIA	8	Rio Arauca	5139681.02	2271460.38
Julio Cesar Torres Agredo	Funcionamiento y Operación de los Terminales Aereos de Aspersión Agrícolas de la Empresa de Servicios Aereos del Oriente, Ubicados en el Departamento de Arauca	700.41.09-053	04 de junio de 2009	CORPORINOQUIA	0.11	Rio Arauca	5225054.09	2308584.56
NE: No especificado.								
AA: Acto Administrativo								
Q: caudal								
<b>CAUDAL TOTAL OTORGADO: 1291,69 L/S</b>								
<b>Todas las autorizaciones concedidas en el área de estudio por Corporinoquia se encuentran localizadas sobre el río Arauca.</b>								



## OCUPACIONES DE CAUCE

Expediente ANLA	Operador	Nombre del proyecto	Tipo de AA	Número de AA	Autoridad	N.Ocupaciones	Tipo de obras	Microcuenca
LAM1901	PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD SUCURSAL	Exploración Y Explotación Petrolera. Contrato De Asociación Capachos	Res.	2281	MADS	14	Líneas de flujo y corredores viales	Caño Atanare, Caño Regadero, Caño NN3, Caño NN1, Caño NN2 y Caño Caracol.
LAM2821	SIERRACOL ENERGY ARAUCA, LLC	PERFORACION DE POZOS EXPLORATORIOS EN EL BLOQUE COSECHA	Res.	1293	MADS	2	Alcantarillas	Caño Torres y Caño Majumba
LAM2821	SIERRACOL ENERGY ARAUCA, LLC	PERFORACION DE POZOS EXPLORATORIOS EN EL BLOQUE COSECHA	Res.	1222	MADS	1	Puente Metálico	Caño Ramos
LAM3086*	SIERRACOL ENERGY ARAUCA, LLC	PERFORACION EXPLORATORIA DEL POZO RONDON B, EN EL BLOQUE RONDON	Res.	1322	MADS	3	Alcantarillas y puente	Caño NN3, Caño NN1 y Caño Negro
LAM3368	SIERRACOL ENERGY ARAUCA, LLC	EXPLORACION DE HIDROCARBUROS EN EL AREA CARICARE	Res.	157	MADS	1	NE	Caño Negro
LAM4877	FRONTERA ENERGY COLOMBIA CORP., SUCURSAL COLOMBIA	Bloque de Perforación Exploratoria Arauca.	Res.	2623	MADS	28	Puentes, alcantarillas y box culvert	Río Cravo Norte, Caño Bolsillo, Río Ele, Caño NN1, Caño NN2, Caño NN3, Caño NN4, Caño NN5, Caño NN6, Caño NN7, Caño NN8, Río Lipa, Caño Colorado, Aguas Claras, Caño Cumare y caño Corocito.
LAM5104	OLEODUCTO BICENTENARIO DE COLOMBIA S.A.S.	Construcción y operación del Oleoducto Araguañey - Banadia.	Res.	793	MADS	89	Obras de mantenimiento del Oleoducto	Cañada DeMacaguancito, Caño Agua Viva, Caño Balecemuco, Caño Caballos, Caño Chicaño, Caño Citacabe, Caño Corocito, Caño Cristal, Caños Danzas 2, Caño Estero, Caño Floramarillo, Caño Guarapo, Caño La Coloradita, Caño La Macarena, Caño La Vega, Caño Mico, Caño Moscaleveo, Caño Mutua, Caño Negro, entre otros. Caño Rumichaca, Caño El Aceital, Caño Los Zorros, Caño Yaguarapo, Caño Caracaroy Caño Mutua.
LAM5558	PAREX RESOURCES COLOMBIA LTD SUCURSAL	Trámite Administrativo De Licencia Ambiental Para El Proyecto Área De Perforación Exploratoria Llanos -10	Res.	550	ANLA	42	NE	
LAV0009-00-2015	ECOPETROL S.A.	ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA OROPRIETO - CORINDÓN - ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA OROPRIETO - CORINDÓN - Licencia Ambiental.	Res.	978	ANLA	3	Vías y/o líneas de flujo	Caño Juja, Caño Bpga y Caño Babitas.
LAV0025-00-2015	ECOPETROL S.A.	ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA BERILO - LLA 38 - ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA BERILO - LLA 38 - Licencia Ambiental.	Res.	1707	ANLA	30	Líneas de flujo, alcantarillas y adecuaciones	Caño Cascarrón, Caño Boga, Caño Pajulla, Caño Hormiga y Quebrada La Colorada.
LAV0069-00-2018	SIERRACOL ENERGY ARAUCA, LLC	Estudio de Impacto Ambiental para el campo de producción Cosecha - Licencia Ambiental.	Res.	1793	ANLA	14	NE	Caño La Colorada y caños NN.
LAV0083-00-2017	SIERRACOL ENERGY ARAUCA, LLC	Estudio de Impacto Ambiental área de perforación Exploratoria Primavera - Licencia Ambiental.	Res.	1638	ANLA	11	NE	Caños NN.
LAV0104-00-2015	TELPICO COLOMBIA LLC	PROYECTO DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE HIDROCARBUROS EN EL BLOQUE LLANOS 42 - Licencia Ambiental.	Res.	1088	ANLA	29	Puentes, alcantarillas y box culvert	Caño Carrizaleña, Caño Curitero, Caño Jesús, Caño Matepiña, Caño Los Caballos y Caño El Herrero.
<p>NE: No especificado.</p> <p>AA: Acto Administrativo</p> <p>Res.: Resolución</p> <p>*Corresponde a permisos que se encuentran en estado "desistido".</p>								
<p><b>NÚMERO TOTAL DE OCUPACIONES DE CAUCE: 267</b></p> <p><b>El caño Cascarrón es el drenaje con más ocupaciones en el área de estudio.</b></p>								



## ▶ CONCESIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

En el área de estudio hay 7 proyectos que cuentan con concesión de agua subterránea para un caudal concesionado acumulado de 672,21 l/s, de los cuales 624,7 l/s fueron otorgados al expediente LAM3368, mientras que el caudal restante (47,51 l/s) fue autorizado para los demás proyectos. Los usos que se le dan al agua subterránea son para labores domésticas e industriales propias de cada proyecto.

Sector	Expediente	Nombre del proyecto	Acto administrativo	Autoridad	ID Punto	Unidad Captada	Caudal l/s	Coordenadas Este (Origen Único Nacional)	Coordenadas Norte (Origen Único Nacional)
Hidrocarburos	LAM0214	PMAI CAMPO ARAUCA	Resolución 1530 del 16/12/2014	Coporinoquia	Pozo	Depósitos de llanura aluvial	0.09	5126498.78	2326482.52
	LAM2821	Área de perforación exploratoria Cosecha.	Resolución 616 del 06/05/2003	MADS	CAP6	Depósitos Cuaternarios	Sin información	5190712.32	2315655.26
				MADS	CAP7		Sin información	5190713.32	2315686.29
			Resolución 1233 del 18/11/2003	MADS	CAP12		0.25	5190711.32	2315653.26
				MADS	CAP13		0.25	5190722.19	2315684.29
				MADS	CAP14		0.25	5190830.4	2315622.75
				MADS	CAP27		0.18	5190011.93	2306086.99
				MADS	CAP28		0.3	5186484.14	2309782.34
				MADS	CAP29		0.29	5187754.15	2311105.26
	LAM3086	Bloque de perforación exploratoria Rondón	Resolución 1322 del 16/11/2004	MADS	P1	Depósitos Cuaternarios	1.8	5185554.88	2302790.92
					P2		1.8	5185637.39	2302807.14
					P3		1.8	5185624.1	2302806.39
	LAM3368	Campo de desarrollo Caricare	Resolución 157 del 26/01/2006	MADS	CAP3	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	1.8	5183721.61	2303427.04
					CAP4		1.8	5184150.18	2303239.8
					CAP5		1.8	5183828.23	2303258.53
					CAP6		200	5184949.56	2303855.66
					CAP7		9	5184388.39	2303163.76
					CAP8		3	5183769.15	2303285.28
					CAP13		3	5185422.4	2302804.96
					CAP14		200	5184155.81	2302374
			Resolución 1997 del 16/11/2007	MADS	CAP18		200	5183309.14	2302585.66
			Resolución 1143 del 18/06/2006	MADS	PP1		1.8	5185222.86	2302734.49
					PP2		2.5	5185388.46	2302821.11



Hidrocarburos	LAM4877	Bloque de perforación exploratoria Arauca	Resolución 2623 del 20/12/2010	MADS	CSB1	Depósitos Cuaternarios	2.5	5248005.8	2278623.04
				MADS	CSB2		2.5	5248112.52	2278702.41
				MADS	CSB3		2.5	5248104.58	2278632.74
				MADS	CSB4		2.5	5251019.99	2280240.17
				MADS	CSB5		2.5	5251046.45	2280163.97
	LAV0069-00-2018	Campo de producción Cosecha	Resolución 1973 del 03/10/2019	ANLA	COSE-CHA-A	Depósitos Cuaternarios	0,6	5190800.32	2315674.77
					COSE-CHA-A2		0,6	5190805.5	2315646.55
					COSE-CHA-ASW		0,6	5187608.4	2313477.44
					COSE-CHA-CNW		0,6	5186914.6	2309463.38
					COSE-CHA-D		0,6	5182698.14	2309918.6
					CAMARON-1		0,6	5192900.97	2310332.78
					CANGREJO-1		0,6	5198127.89	2312519.81
					COSE-CHA-G		0,6	5186835.86	2306105.3
					COSE-CHA-G2		0,6	5186812.84	2306136.05
					COSE-CHA-Y NORTE		0,6	5192846.68	2307756.01
					MORROCOY-03		0,6	5192838.06	2307749.16
					MORROCOY-04		0,6	5192939.33	2307776.27
					MORROCOY-05		0,6	5192960.56	2307781.97
					REX-NE-01		0,6	5198562.46	2312457.72
					REX NE-01 ST2		0,6	5198549.25	2312461.77
					COSE-CHA-G-10		0,6	5186939.24	2306232.46
					COSE-CHA-G 07		0,6	5186935.27	2306243.61
					COSE-CHA-G 8		0,6	5186953.09	2306253.66
					COSE-CHA-G3		0,6	5186881.82	2306117.93
					COSE-CHA-G4		0,6	5186920.92	2306134.31
	COSE-CHA-G5	0,6	5186925.97	2306215.55					
	COSE-CHA-U	0,6	5198594.72	2312437.65					
	COSE-CHA-Y-09	0,6	5192874.79	2307710.64					
COSE-CHA-Y-10	0,6	5192853.68	2307704.95						
COSECHA G-09	0,6	5186966.24	2306252.41						
MORROCOY-8	0,6	5192926.16	2307744.97						
MORROCOY-9	0,6	5192964.75	2307755.37						



	LAV0083-00-2017	APE Primavera	Resolución 1638 del 29/09/2018	ANLA	ASub 1	Formación Guayabo Superior	2.4	5168760.47	2312330.27
					ASub 2		2.4	5171375.97	2302399.57
					ASub 3		2.4	5167364.83	2304472.98
					ASub 4		2.4	5177188.45	2309109.51
					ASub 5		2.4	5184986.74	2314175.29
<b>Total de caudal concesionado: 672.21 l/s</b>									

## ▶ VERTIMIENTO AL SUELO

En el área de estudio, 3 proyectos cuentan con permiso de vertimiento al suelo correspondientes a LAM1481, LAM2821 y LAM3086, para un caudal total concesionado de 3.43 l/s. La disposición del agua residual tratada al suelo se hace principalmente a través de la actividad de campos de infiltración y riego por aspersión.

Sector	Expediente	Nombre del proyecto	Acto administrativo	Autoridad	Caudal l/s	Método de vertimiento	Coordenadas Este (Origen Único Nacional)	Coordenadas Norte (Origen Único Nacional)
Hidrocarburos	LAM1481	Área de interés de perforación exploratoria del bloque Tocoragua	Resolución 724 del 01/08/1997	Corporinoquia	Sin información	Campo de infiltración	5133433.7	2245235.1
					Sin información	Riego en vías	5133233.7	2245335.1
	LAM2821	Área de perforación exploratoria cosecha	Resolución 616 del 06/05/2003	MADS	1.8	Campos de infiltración y riego por aspersión	5190804.741	2315713.497
					0.5	Campos de infiltración y riego por aspersión	5190791.59	2315728.123
					2	Campos de infiltración y riego por aspersión	5190793	2315678
					2	Riego por aspersión en vías de acceso	5186834	2306106



## ▶ INYECCIÓN (DISPOSAL)

En el área de estudio, 3 proyectos cuentan con autorización para inyección para disposición correspondientes al LAM1901, LAM 3368 Y LAV0069-00-2018.

Sector	Expediente	Nombre del proyecto	Acto administrativo	Autoridad	ID	Formación receptora	Caudal de inyección BAPD	Coordenadas Este (Origen Único Nacional)	Coordenadas Norte (Origen Único Nacional)
Hidrocarburos	LAM1901	Exploración Y Explotación Petrolera. Contrato De Asociación Capachos	Resolución 1814 del 24/11/2005	MADS	PI_CS2	Formación Une	Sin información	5136456.08	2282337.38
	LAM3368	Campo de desarrollo Caricare	Resolución 397 del 27/02/2009	MADS	Iny1	Carbonera-Guayabo	400.000	5191364.55	2306015.5
			Resolución 86 del 31/01/2013	MADS	Iny2			5195028.76	2311904.41
			Resolución 1997 del 16/11/2007	MADS	Iny3			Formación Guayabo	5185956.79
			Resolución 397 del 27/02/2009	MADS	WD-01	Fm. León		5185934.29	2302110.5
					WD-02	Fm. Carbonera Superior		5185846.79	2302110.17
					WD-03	Fm. Carbonera Inferior		5186016.73	2302110.84
					WD-04	Fm. Guadalupe (K1)		5185899.29	2302106.38
					WD-05	Fm. Gachetá (K2)		5185979.24	2302110.7
					WD-06	Fm. Areniscas Inferiores (K3)		5184105.64	2301088.45
					WD-07			5184105.67	2301080.45
	WD-08		5191364.55	2306015.5					
	LAV0069-00-2018	APE Primavera	Resolución 1973 del 03/10/2019	ANLA	CAMARON-1	450.000	5192900.97	2310332.78	
					CANGREJO-1		5198127.89	2312519.81	
					COSECHA G-09		5186966.24	2306252.41	
					COSECHA-A		5190800.32	2315674.77	
					COSECHA-A2		M2 (Fm. Carbonera Inferior)	5190805.5	2315646.55
					COSECHA-ASW		5187608.4	2313477.44	
					COSECHA-CNW		K1 (Fm. Guadalupe)	5186914.6	2309463.38
					COSECHA-D		K2 (Fm. Gachetá)	5182698.14	2309918.6
COSECHA-G					K3 (Fm. Une)		5186835.86	2306105.3	
COSECHA-G 07					5186935.27		2306243.61		
COSECHA-G 8					5186953.09		2306253.66		
COSECHA-G-10					5186939.24		2306232.46		
COSECHA-G2	5186812.84	2306136.05							



Hidrocarburos				COSE-CHA-G3	5186881.82	2306117.93
				COSE-CHA-G4	5186920.92	2306134.31
				COSE-CHA-G5	5186925.97	2306215.55
				COSE-CHA-U	5198594.72	2312437.65
				COSE-CHA-Y NORTE	5192846.68	2307756.01
				COSE-CHA-Y-09	5192874.79	2307710.64
				COSE-CHA-Y-10	5192853.68	2307704.95
				MORRO-COY-03	5192838.06	2307749.16
				MORRO-COY-04	5192939.33	2307776.27
				MORRO-COY-05	5192960.56	2307781.97
				MORRO-COY-8	5192926.16	2307744.97
				MORRO-COY-9	5192964.75	2307755.37
				REX-NE-01 ST2	5198549.25	2312461.77
			REX-NE-01	5198562.46	2312457.72	
<b>Total de caudal autorizado para inyección: 850.000 BAPD</b>						

## ▶ PERMISOS DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Sector	Subsector	Número expediente	Nombre proyecto / Interesado	Resolución que lo otorga	Observaciones
Hidrocarburos	Exploración	LAM0252	Exploración De Hidrocarburos Caño Limón – Arauca / OCCIDENTAL DE COLOMBIA LLC.	CORPORINOQUIA 500.41.15-0188 (12/02/2015)	Prorroga Permiso de emisiones Atmosféricas. En trámite de renovación, solicitud se radicó en septiembre de 2019 mediante número YO 2019-10846.
	Exploración	LAM1901	Exploración Y Explotación Petrolera. Contrato De Asociación Capachos / Parex Resources Colombia Ltd Sucursal	ANLA 1814 (24/11/2005)	Autoriza a la sociedad la quema de gas durante la ejecución de las pruebas cortas y extensas de producción en las Áreas de Pozos Capachos Norte y Capachos Sur, utilizando un foso de quemado
	Exploración	LAM5558	Trámite Administrativo De Licencia Ambiental Para El Proyecto Área De Perforación Exploratoria Llanos -10 / Parex Resources Colombia Ltd Sucursal	ANLA 550 (29/05/2014)	Autorizar la quema de gas a generarse en las pruebas de producción de los pozos mediante la instalación de teas verticales.
	Exploración	LAV0069-00-2018	Estudio De Impacto Ambiental Para El Campo De Producción Cosecha / Sierracol Energy Arauca LLC	ANLA 1973 (01/10/2019)	Otorga permiso de emisiones atmosféricas para las operaciones del Campo de Producción Cosecha.
	Exploración	LAV0104-00-2015	Proyecto De Perforación Exploratoria De Hidrocarburos En El Bloque Llanos 42 / TELPICO COLOMBIA LLC	ANLA 1088 (23/09/2016)	Para la instalación de las teas, tener en cuenta las normas en cuanto a ubicación y altura mínima, según lo establecido en la normatividad vigente.
	Exploración	LAM4877	Bloque De Perforación Exploratoria Arauca /	ANLA 2623 (20/12/2010)	Autoriza la quema de gas generado en las pruebas de producción de los pozos, mediante teas que permitan la combustión completa a fin de controlar la emisión de material particulado y gases contaminantes.



	Explotación	LAM0214	Campo Arauca / ECOPETROL S.A.	CORPORINOQUIA 500.41-16.1415 (14/10/2016)	<p>Permiso de emisiones atmosféricas para la operación de equipos y unidades de tratamiento, utilizadas dentro de las operaciones del Campo Arauca:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Una tea o sistema de quema y venteo de gas.</li> <li>2. Generadores eléctricos G-342 y G-333.</li> <li>3. Compresor a gas</li> <li>4. Compresor Lister operado con ACPM</li> <li>5. 2 unidades de bombeo operadas una con gas natural y la otra con combustible diésel.</li> <li>6. 2 bombas del sistema contraincendios.</li> <li>7. Un tratador térmico.</li> <li>8. Una unidad de bombeo de crudo por el gaseoducto.</li> </ol> <p>Se renueva este permiso por cinco (5) años.</p>
	Explotación	LAM3368	Explotación De Hidrocarburos En El Área Caricare / OCCIDENTAL DE COLOMBIA LLC.	<p>MAVDT 0157 (26/01/2006)</p> <p>MAVDT 1143 (16/06/2006)</p> <p>MAVDT 579 (29/04/2007)</p> <p>MAVDT 1997 (16/11/2007)</p>	<p>Autoriza por el término de duración del proyecto permiso de emisiones atmosféricas mediante la operación de dos teas, una de alta y otra de baja presión, el incinerador y seis generadores.</p> <p>Se modifica en el sentido de autorizar la adición de seis generadores con una potencia hasta 1000kva cada uno.</p> <p>Autoriza la operación de dos (2) teas (una de alta y otra de baja presión), el incinerador, (...) 22 generadores, con una potencia de 1000 KVA cada uno, y la operación de dos (2) turbinas, cada una con una potencia de 4.6Mw.</p> <p>Autoriza la instalación de (9) nueve teas adicionales a las autorizadas, y (10) diez nuevos generadores de energía para un total de (32) treinta y dos generadores de 500 Kw - 3000Kw.</p>
(*) Institucional	700.33.11.08-079	Universidad Nacional de Colombia	CORPORINOQUIA 700.41.09-028	Operación de la Universidad Nacional de Colombia Sede Orinoquia. COORDENADAS: E: 5249070; N 2333547, MAGNA-SIRGAS / Origen-Nacional.	
(*) Institucional	700.29.1.20-024	Municipio de Arauca	CORPORINOQUIA 700.36.21-0037	Operación de la planta de beneficio animal del Municipio. COORDENADAS: E: 5251544; N: 2335425, MAGNA-SIRGAS / Origen-Nacional.	
<b>TOTAL, DE PERMISOS DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS OTORGADOS: 10</b>					
(*) Información suministrada por CORPORINOQUIA.					



## ▶ APROVECHAMIENTO FORESTAL OTORGADO

Sector	Tipo Proyecto	Expediente	Autoridad	Acto Administrativo	Fecha	N° Individuos	Volumen Autorizado (m³)	Área (ha)
Hidrocarburos	Exploración	LAM0252	CORPORINO-QUIA	Resolución N° 500.41.16-1103	31/8/2016		2.500	
	Exploración	LAM2821	MAVDT	Resolución N° 616	5/6/2003	213	31,01	-
			MAVDT	Resolución N° 1233	18/11/2003	-	31,2	2,5
			MAVDT	Resolución N° 1557	21/10/2005	43	66,77	-
	Transporte y Conducción	LAM3062	MAVDT	Resolución N° 2138	22/12/2005	-	1.104,64	-
	Exploración	LAM3086	MAVDT	Resolución N° 1322	16/11/2004	682	264,99	8,83
	Explotación	LAM3368	MAVDT	Resolución N° 0157	26/1/2006		385,52	26,1
			MAVDT	Resolución N° 0579	17/8/2007	-	500	-
			MAVDT	Resolución N° 0397	27/2/2009	-	750	-
			MAVDT	Resolución N° 0086	31/1/2013	-	750	-
			MAVDT	Resolución N° 0086	31/1/2013	-	750	-
	Exploración	LAM4877	MAVDT	Resolución N° 2623	20/12/2010	-	345,34	6,6
	Transporte y Conducción	LAM5104	MAVDT	Resolución N° 0793	2/5/2011	35.258	10.669,5	-
	Exploración	LAM5558	MAVDT	Resolución N° 0794	29/5/2014	-	2.142,34	-
	Exploración	LAV0009-00-2015	ANLA	Resolución N° 00978	3/7/2018	-	3.146,71	234,39
	Exploración	LAV0025-00-2015	ANLA	Resolución N° 1707	30/8/2019	-	2.318,02	323,3
Exploración	LAV0069-00-2018	ANLA	Resolución N° 1973	1/10/2019	-	5.200,1	11.736,3	
Exploración	LAV0083-00-2017	ANLA	Resolución N° 1638	27/9/2018	-	4.625,11	252,91	
Exploración	LAV0104-00-2015	ANLA	Resolución N° 1088	23/9/2016	-	1.092,08	-	



## COMPENSACIONES AMBIENTALES

Sector	Subsector	Expediente	Acto Administrativo	Fecha	Compensación Impuesta	Unidad	Origen de la Compensación	Estado
		LAM0252	Resolución N°260	1/4/1999	Establecimiento y manejo de 500 ha de bosque protector productor, comprendidos en el área del campo petrolero en los municipios de Arauca y Arauquita en el departamento de Arauca	500 ha	Aprovechamiento forestal	Ejecutado
			Acta N°57	19/6/2019	Actividades de enriquecimiento forestal en coberturas de carácter protector con especies nativas	5 ha	Afectaciones generales al medio ambiente	Por ejecutar
		LAM1901	Resolución N°2281	24/11/2006	aislamiento de seis (6) nacederos en un área de 7,36 Ha	7,36 ha	Aprovechamiento forestal	Pendiente de requerimientos
		LAM2821	Resolución N°616	5/6/2003	Implementación de sistemas agroforestales directamente en las microcuencas de las fuentes hídricas que se destacan dentro del área de estudio como el río Ele y el Caño La Colorada	16,59 ha	Aprovechamiento forestal	En ejecución
		LAM3062	Resolución N°2078	15/12/2005	Reforestación de 30 ha	30 ha	Aprovechamiento forestal	Ejecutado
		LAM3086	Resolución N°1322	16/11/2004	Reforestación protectora con especies nativas	21 ha	Aprovechamiento forestal	Ejecutado
		LAM3368	Resolución N°157	26/1/2006	Compra de predios con fines de conservación	54 ha	Aprovechamiento forestal	En ejecución
			Resolución N°157	26/1/2006	La reforestación debe ser realizada con especies que se den en la región y el mantenimiento debe efectuarse durante un período mínimo de tres (3) años, hasta que las especies plantadas presenten una altura mínima de 2 m y un prendimiento del 90%	50 ha	Uso del suelo	Ejecutado
		LAM4877	Resolución N°2623	20/12/2010	Reforestación protectora en un área de 33 ha, en el predio denominado "El Trébol", ubicado en la vereda Aguas claras, del municipio de Puerto Rondón, departamento de Arauca	33 ha	Aprovechamiento forestal	Aprobado por ejecutar
			Resolución N°2623	20/12/2010	Reforestación protectora en un área de 1,2 ha, en el predio denominado "San Pablo", ubicado en la vereda La Ceiba, del municipio de Puerto Rondón, Departamento de Arauca	1,2 ha	Aprovechamiento forestal	Aprobado por ejecutar
		LAM5104	Resolución N°793	2/5/2011	Realizar un programa de seguimiento y monitoreo de las especies de tortuga morrocoy y charapa, bajo amenaza crítica de sus poblaciones	23.923,34 ha	Afectaciones generales al medio ambiente	Por ejecutar
			Resolución N°793	2/5/2011	saneamiento predial de 23.923,34 ha aproximadamente correspondientes a la compra de dieciséis (16) predios o mejoras que se encuentran en áreas de traslape entre en el Parque Nacional Natural El Cocuy y el Resguardo Unido U'wa, de acuerdo con la propuesta "Conservación y mantenimiento de los servicios ecosistémicos del sector oriental del Parque Nacional Natural El Cocuy a través del saneamiento predial de áreas con valor estratégico.	-	-	Aprobado por ejecutar
		LAM5558	Resolución N°550	29/5/2014	Para las unidades de cobertura vegetal de "bosques de galería", el factor de compensación forestal será en proporción 1:7, correspondiendo a que por cada una de las hectáreas intervenidas o aprovechadas se deben plantar 7ha.  para las unidades de cobertura vegetal de "pastos arbolados", el factor de compensación forestal será en proporción a:3, correspondiendo a que por cada ha intervenida o aprovechada se deben plantar o compensar tres (3) ha.	-	Aprovechamiento forestal	Aprobado por ejecutar
		LAV0009-00-2015	Resolución N°978	3/7/2018	-	-	Afectaciones generales al medio ambiente	Pendiente de requerimientos
		LAV0025-00-2015	Resolución N°1707	30/8/2019	Compensar de forma preliminar las áreas y en los ecosistemas equivalentes	Pérdida de biodiversidad	SIN ACTIVIDAD GENERADORA	Sin actividad generadora
		LAV0069-00-2018	Resolución N°1973	1/10/2019	Restauración ecológica	2.949,43 ha	Afectaciones generales al medio ambiente	Aprobado por ejecutar
LAV0101-00-2014	Resolución N°736	22/6/2015	Reforestación protectora	-	Pérdida de biodiversidad	Pendiente de requerimientos		
LAV0104-00-2015	Resolución N°1088	23/9/2016	-	-	Pérdida de biodiversidad	Pendiente de requerimientos		
LAM1821	Auto N°145	23/1/2013	Reforestación protectora	10,5 ha	Afectación del paisaje	En ejecución		



## ▶ INVERSIONES DEL 1%

Sector	Subsector	Expediente	Acto Administrativo	Fecha	Estado	Subzona Hidrográfica Asociada
Hidrocarburos	Exploración	LAV0104-00-2015	Resolución N° 1088	23/9/2016	No ha entregado información	Directos Río Arauca
		LAM1481	Resolución N° 37249	30/7/1997	Aprobado en ejecución	Río Casanare
		LAM1901	Auto N° 1253	17/7/2008	Aprobado por ejecutar	Río Cravo Norte
		LAM2821	Resolución N° 616	5/6/2003	Aprobado en ejecución	Río Cravo Norte
		LAM3086	Resolución N° 1322	16/11/2004	Ejecutado	Río Ele
		LAM4877	Resolución N° 2623	20/12/2010	Aprobado por ejecutar	SZH Río Cravo Norte
		LAM5558	Resolución N° 37075	29/5/2014	Aprobado por ejecutar	Río Casanare
		LAV0009-00-2015	Resolución N° 978	3/7/2018	Aprobado por ejecutar	Río Banadía y otros Directos al Río Arauca
		LAV0025-00-2015	Resolución N° 1707	30/8/2019	Aprobado por ejecutar	Río Arauca
		LAV0069-00-2018	Resolución N° 1973	1/10/2019	Pendiente de requerimientos	Río Ele
		LAV0083-00-2017	Resolución N° 1638	27/9/2018	Aprobado por ejecutar	Río Cravo Norte
		LAM3368	Resolución N° 157	26/1/2006	Ejecutado	Río Cravo Norte
	Transporte y Conducción	LAM5104	Resolución N° 793	2/5/2011	Aprobado en ejecución	Ríos Banadía y otros directos al Río Arauca
			Resolución N° 793	2/5/2011	Aprobado en ejecución	Río Casanare
			Resolución N° 793	2/5/2011	Aprobado en ejecución	Río Cravo Norte
			Resolución N° 793	2/5/2011	Aprobado en ejecución	Río Aripuro
			Resolución N° 793	2/5/2011	Aprobado en ejecución	Río Pauto
Resolución N° 793			2/5/2011	Aprobado en ejecución	Río Cravo Sur	
LAV0101-00-2014		Resolución N° 736	22/6/2015	Aprobado por ejecutar	Río Arauca	
Minería	Materiales de construcción y arcillas o minerales industriales no metálicos	LAM1821	Resolución N° 151	18/2/2014	Aprobado en ejecución	Río Arauca

## • CARACTERIZACIÓN REGIONAL MEDIO SOCIOECONÓMICO PERCEPCIÓN DE LICENCIAMIENTO

### ▶ QUEJAS, DENUNCIAS AMBIENTALES Y SOLICITUDES DE INFORMACIÓN (QUEDASI)

#### Temporalidad de la información de los Conceptos Técnicos: 2021-2022

Se registraron un total de 15 QUEDASI distribuidas en 6 municipios que integran el área de influencia de 5 proyectos, obras y/o actividades de competencia de la ANLA, que se encuentran asociadas al sector de hidrocarburos (**ver Ilustración 30**).

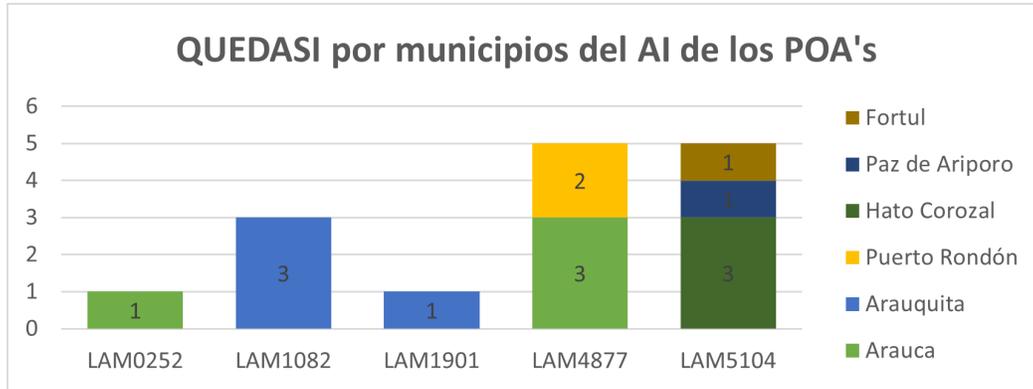
Los resultados del análisis de los contenidos de los conceptos técnicos de seguimiento se presentan de acuerdo con estas tres categorías: a) quejas al trámite (0%); b) denuncias ambientales (80%); y c) solicitudes de información (20%) para el período comprendido entre 2021-2022, donde el principal medio/componente asociado es el socioeconómico indicándose de acuerdo con la percepción de los diferentes actores del territorio que se presenta desconocimiento de las obligaciones de las licencias, PMA, actividades y alcances de los proyectos, presuntas afectaciones a las actividades productivas de las comunidades



locales por rastros de hidrocarburo de contingencias ocurridas en años anteriores, solicitudes de reconocimiento de unidades territoriales como parte del área de influencia de los proyectos y preocupación frente a la posible afectación de infraestructura vial (puentes y mantenimiento de vías terciarias).

Igualmente, para el medio/componente abiótico se asociación situaciones que están generando alteración en la calidad del recurso hídrico superficial como ha ocurrido durante el periodo invernal en el caño Grande, donde el agua afectó los gaviones que sostienen el oleoducto, de manera que se realizaron trabajos de mantenimiento, así como, las presuntas situaciones de alteración de a calidad del recurso hídrico y el recurso suelo por derrames de hidrocarburos, lo que ha derivado en la afectación de la actividad productiva agropecuaria.

**Ilustración 30** QUEDASI por municipios del AI de los POA's



Fuente: ANLA, 2022.

SECTOR HIDROCARBUROS						
EXPEDIENTE	MUNICIPIO	TIPO DE SOLICITUD			DESCRIPCIÓN GENERAL	IMPACTO ESTANDARIZADO
		Queja al trámite	Denuncia Ambiental	Solicitud de información		
LAM0252	Arauca				<b>Reunión con Secretaría de Agricultura, Desarrollo Económico y Sostenible de la Alcaldía de Arauca:</b> hicieron referencia a las situaciones que han sido motivo de quejas o reclamos por parte de las comunidades como sucede en las veredas La Yuca y Sinaí por supuestas afectaciones ambientales y daños en cultivos. De igual manera, indican que no hay claridad en las acciones adelantadas para la divulgación del SAI (Sistema de Atención de Inquietudes con las comunidades del AID).	Modificación de las actividades económicas de la zona
LAM1082	Arauquita				<b>Reunión Administración Municipal de Arauquita:</b> manifiesta su preocupación por la respuesta de la empresa ante las quejas de varios propietarios de predios en los cuales han ocurrido contingencias en años anteriores, y que una vez realizadas las actividades de limpieza han vuelto a presentar rastros de crudo, especialmente cuando se hacen excavaciones para las actividades agrícolas y pecuarias; sin que a la fecha se tenga conocimiento de la respuesta final por parte de la Sociedad frente a estas solicitudes.	Modificación de las actividades económicas de la zona
LAM1082	Arauquita				<b>Reunión Junta de acción comunal de la vereda Santa Bárbara:</b> indica que tiene una solicitud para que se tenga en cuenta a la vereda como área de influencia del proyecto, bajo el argumento de que las veredas aledañas a esta hacen parte del proyecto y resaltando el valor que para esta comunidad tendría ser incluido por los beneficios en temas de inversión social y la contratación de mano de obra de esta comunidad.	Generación y/o alteración de conflictos sociales
LAM1082	Arauquita				<b>Propietaria predio La Esperanza, vereda Las Bancas:</b> la propietaria indica situaciones de alteración de la calidad del recurso hídrico y suelo por derrames de hidrocarburos, lo que ha derivado en la afectación de la actividad productiva agropecuaria.	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial/Modificación de las actividades económicas de la zona
LAM1901	Arauquita				<b>Reunión con veredas del AI:</b> manifestaron una posible afectación a futuro en el puente La Macaguana, ubicado en la vía de acceso Tame – San Salvador (Vía 14).	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local
LAM4877	Puerto Rondón				<b>Alcalde del municipio de Puerto Rondón:</b> manifiesta que en una visita al sector de la vereda El Ele, vereda del área de influencia del proyecto, un sector de la comunidad manifestó que de manera reciente algunas familias invadieron los predios donde la Sociedad Frontera Energy Colombia llevo a cabo sus actividades exploratorias; considera necesario que la Empresa se ponga al tanto de la situación, en lo posible haciendo una visita presencial a la zona.	Generación y/o alteración de conflictos sociales



LAM4877	Puerto Rondón			<b>Autoridades Locales del municipio de Puerto Rondón:</b> manifestaron que a nivel general en la alcaldía de esa unidad territorial no se tiene mayor conocimiento de las actividades del proyecto "Área de Perforación Exploratoria Bloque Arauca" y de acuerdo con ello consideran necesario, adecuado y pertinente que los funcionarios de la Empresa Frontera Energy Colombia adelanten un proceso informativo para que las diferentes dependencias de la alcaldía de este municipio, en la cual se incluya la socialización de la Licencia Ambiental y las obligaciones que en tal sentido aún tiene la Sociedad en la zona.	Generación y/o alteración de conflictos sociales
LAM4877	Arauca			<b>Secretaría de Medio Ambiente del municipio de Arauca:</b> manifiesta que en esa dependencia no se tiene mayor conocimiento de las actividades del proyecto "área de Perforación Exploratoria Bloque Arauca" y de acuerdo con ello considera necesario que los funcionarios de la Empresa Frontera Energy Colombia adelanten un proceso informativo para que las diferentes dependencias de la alcaldía.	Generación y/o alteración de conflictos sociales
LAM4877	Arauca			<b>Personería del municipio de Arauca:</b> manifiesta que durante el tiempo que lleva laborando en ese despacho, desde el mes de marzo del año 2020, la Sociedad Frontera Colombia Energy no ha adelantado ningún proceso informativo o de socialización con respecto a las actividades que aún están pendientes en relación con el proyecto "Área de Perforación Exploratoria Bloque Arauca".	Generación y/o alteración de conflictos sociales
LAM4877	Arauca			<b>Miembro de la comunidad del AI:</b> solicitud por parte del José Alfonso Rodríguez en relación al cumplimiento de los compromisos establecidos con respecto a las zonas de préstamo lateral.	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local
LAM5104	Paz de Ariporo			<b>Alcaldía Paz de Ariporo:</b> señala que la Alcaldía desea actualizar la información con referencia a la compensación ambiental y la inversión del 1% que debe realizar la Empresa.	Generación y/o alteración de conflictos sociales
LAM5104	Fortul			<b>Alcaldía de Fortul:</b> señala que no conocen el Plan de Manejo Ambiental de la Empresa y en ese sentido, solicitó que la Empresa les exponga detalles sobre este instrumento de control y seguimiento	Generación y/o alteración de conflictos sociales
LAM5104	Hato Corozal			<b>Alcaldía Municipal de Hato Corozal:</b> manifiesta una inconformidad con respecto al mantenimiento de las vías terciarias que conducen hasta los sitios en donde la Empresa tiene infraestructura. Por su parte el funcionario señaló que las veredas más afectadas por el tema del mantenimiento vial corresponden a las veredas Chire, Altagracia y las Mercedes. El funcionario también señaló que, en la Vía a Santa Rita, en el cruce del oleoducto, se observa que el pavimento está dañado y no se ha realizado ningún mantenimiento por parte de la Empresa.	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local
LAM5104	Hato Corozal			<b>Personería Municipal de Hato Corozal:</b> manifiesta que es nueva en su cargo y solicita conocer detalles sobre el proyecto del oleoducto y conocer la licencia ambiental, así como el respectivo Plan de Manejo ambiental.	Generación y/o alteración de conflictos sociales
LAM5104	Hato Corozal			<b>Vereda San Rafael. Hato Corozal:</b> Expresó que existe una queja debido a que, durante el período invernal en el caño Grande, el agua afectó los gaviones que sostienen el oleoducto, de manera que se realizaron trabajos de mantenimiento. Estos fueron realizados por la Empresa contratista (Stork) y el representante de la Junta señala que ingresaron sin socializar el trabajo de mantenimiento que realizarían en la vereda. Por otra parte, señala que los gaviones que instalaron se llenaron de sedimento y esto está produciendo una desviación del curso del río.	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial

## ▶ DENUNCIAS AMBIENTALES

### TABLERO DE CONTROL DE DENUNCIAS POR PRESUNTAS INFRACCIONES AMBIENTALES

#### Temporalidad de la información: 2020-2022

Para los municipios que conforman el área del reporte, con corte a abril de 2022, se identificaron un total de 4 denuncias por presuntas infracciones ambientales las cuales se registran en los municipios de Arauquita (2 denuncias), Fortul (1 denuncia) y Tame (1 denuncia), asociadas principalmente a 5 proyectos del sector de hidrocarburos, donde los recursos que presenta una posible afectación de acuerdo con lo indicado por los peticionarios son el hídrico, biótico y social asociándose a la afectación de las actividades productivas por el desbordamiento de la laguna La Conquista generado por los vertimientos; al recurso hídrico, biótico y suelo por las alteraciones ambientales, sociales, económicas y culturales generadas por las actividades de exploración y explotación de la actividad minero-energética. Es de resaltar que se registran denuncias donde se relaciona el





## COMUNIDADES ÉTNICAS

De acuerdo con la información de la **Tabla 4**, en el área de interés se reporta un total de 30 resguardos indígenas, los cuales en algunos casos su extensión territorial abarca diferentes municipios e inclusive departamentos como es el caso del resguardo Caño Mochuelo, Unido U'WA, entre otros. En este sentido, los municipios donde se reportan mayor cantidad de resguardos son Tame (16 resguardos indígenas), seguido de Fortul (6 resguardos indígenas) y Arauquita (5 resguardos indígenas), y en menor porcentaje en el municipio de Puerto Rondón y Cravo Norte.

**Tabla 4**, en el área de interés se reporta un total de 30 resguardos indígenas, los cuales en algunos casos su extensión territorial se integra por diferentes municipios e inclusive departamentos como es el caso del resguardo Caño Mochuelo, Unido U'WA, entre otros. Los municipios que a continuación, se presenta el detalle en cuanto a la extensión territorial (hectáreas por municipio) de los resguardos indígenas y jurisdicción:

**Tabla 4.** Resguardos Indígenas en el departamento de Arauca

RESGUARDOS INDÍGENAS				
RESGUARDO	PUEBLO	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	ÁREA (HA)
ANGOSTURAS	TUNEBO (U'wa-Uwa-Lache)	TAME	ARAUCA	3.266,43
BAYONEROS	GUAHIBO	ARAUQUITA	ARAUCA	122,68
CAJAROS	GUAHIBO	ARAUQUITA	ARAUCA	225,94
CANANAMA	PIAPOCO	CRAVO NORTE	ARAUCA	1.916,77
CAÑO CLARO	GUAHIBO	TAME	ARAUCA	1.632,54
CAÑO MOCHUELO	CUIBA	CRAVO NORTE	ARAUCA	94,42
		HATO COROZAL	CASANARE	6.281,73
		PAZ DE ARIPORO	CASANARE	22,42
CHAPARRAL Y BARRONEGRO	TUNEBO (U'wa)	HATO COROZAL	CASANARE	7.844,78
		PAZ DE ARIPORO	CASANARE	0,02
		SÁCAMA	CASANARE	4.338,23
		TÁMARA	CASANARE	5,56
		TAME	ARAUCA	20,60
CIBARIZA	U'WA	FORTUL	ARAUCA	35.278,56
		GÜICÁN	BOYACÁ	3,52
		TAME	ARAUCA	163,37
CUILOTO II	GUAHIBO	TAME	ARAUCA	81,23
EL VIGÍA	GUAHIBO	ARAUQUITA	ARAUCA	481,46
EL ZAMURO	SIKUANI	ARAUCA	ARAUCA	193,91
JULIEROS Y VELASQUEROS	GUAHIBO	TAME	ARAUCA	222,14
LA ESPERANZA	GUAHIBO	PUERTO RONDÓN	ARAUCA	67,23

RESGUARDOS INDÍGENAS				
RESGUARDO	PUEBLO	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	ÁREA (HA)
LA ESPERANZA - LA FORTALEZA Y EL TOTUMO	GUAHIBO	TAME	ARAUCA	120,09
LA ISLA	GUAHIBO	ARAUCA	ARAUCA	128,97
LA VORAGINE-LA ILUSION	CUIBA-HITNU	ARAUQUITA	ARAUCA	840,59
LAGUNA TRAN-QUILA	U'WA	FORTUL	ARAUCA	23,50
		TAME	ARAUCA	15.667,64
LOS IGUANITOS	CUIBA	FORTUL	ARAUCA	95,53
		TAME	ARAUCA	467,27
MACAHUAN	MACAHUAN	FORTUL	ARAUCA	1.251,26
		TAME	ARAUCA	0,30
MACARIEROS	GUAHIBO	TAME	ARAUCA	17,45
MATECANDELA	GUAHIBO	ARAUCA	ARAUCA	15,81
PARREROS	GUAHIBO	TAME	ARAUCA	205,74
PLAYAS DE BOJABÁ	U'WA	CUBARÁ	BOYACÁ	13,99
		SARAVENA	ARAUCA	1.275,20
PUYEROS	GUAHIBO	TAME	ARAUCA	32,50
ROQUEROS	GUAHIBO	TAME	ARAUCA	102,62
SABANAS DE CURIPAPO	TUNEBO (U'wa-Uwa-Lache)	TAME	ARAUCA	32.693,91
SAN JOSÉ DE LIPA O CAÑO COLORADO	MACAHUAN ITNU CUIBA DE LA CONQUISTA	ARAUQUITA	ARAUCA	3.930,39
Tierra Nueva	Hitnú - Makaguan	PUERTO RONDÓN	ARAUCA	312,31
UNIDO UWA	TUNEBO (U'wa)	CHISCAS	BOYACÁ	7.082,46
		CUBARÁ	BOYACÁ	94.044,67
		EL COCUY	BOYACÁ	7,08
		FORTUL	ARAUCA	3.193,97
		GÜICÁN	BOYACÁ	68.617,52
VALLES DEL SOL	U'WA	SARAVENA	ARAUCA	25,58
		TAME	ARAUCA	5.329,82
		CUBARÁ	BOYACÁ	29,16
		FORTUL	ARAUCA	17.362,25
		GÜICÁN	BOYACÁ	0,52
		SARAVENA	ARAUCA	9.357,90

**Fuente:** Agencia Nacional de Tierras (ANT), 2021

**Elaborado:** ANLA, 2022.

Es de resaltar, que en el área de interés se identifican 5 procesos de pretensión étnica que se encuentran en trámite en los municipios de Boyacá, Casanare, Saravena y Tame; dichos procesos por lo general están motivados por la protección al territorio sagrado mientras se adelanta ante la ANT la constitución, Ampliación o reestructuración. En la siguiente tabla, se indica el detalle de la extensión territorial propuesta, fecha de solicitud y comunidad:



**Tabla 5.** Pretensiones Étnicas en el departamento de Arauca

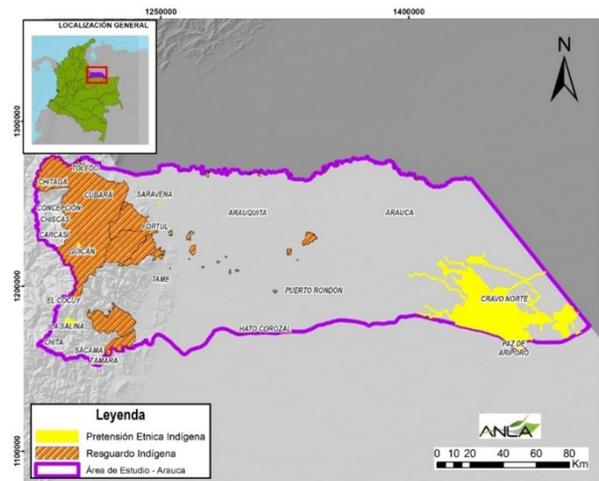
MUNICIPIO	NOMBRE COMUNIDAD	NOMBRE RESGUARDO	FECHA SOLICITUD	ÁREA (HECTAREAS)
SARAVENA	CALAFITAS I Y CALAFITAS II	CALAFITAS I Y CALAFITAS II	20/06/2017	299,07
TAME	COMUNIDAD PARREROS	PARREROS	3/09/2019	78,53
BOYACÁ	GÜICÁN	RESGUARDO UNIDO U'WA CUBARA DE TUNEBO	Resguardo Unido U'wa Cubara de Tunebo	S.I
CASANARE	LA SALINA	GUANUA RAURI U'WA	Cabildo Indígena Guanua Rauri Uwa	13/06/2018
CASANARE	PAZ DE ARIPORO	Comunidad Indígena Caño Mochuelo	Comunidad Indígena Caño Mochuelo	3/12/2010

Fuente: Agencia Nacional de Tierras (ANT), 2021

Elaborado: ANLA, 2022.

En la **Ilustración 32** se presenta la distribución de comunidades (resguardos indígenas) y pretensiones étnicas en el área de estudio:

**Ilustración 32** Comunidades y pretensiones étnicas en el área de estudio



Fuente: Agencia Nacional de Tierras (ANT), 2021

Elaborado: ANLA, 2022.

## CARACTERIZACIÓN

### HÍDRICO SUPERFICIAL – CONDICIÓN REGIONAL

El área de estudio se ubica en seis (6) subzonas hidrográficas (**ver Ilustración 1**) de las cuales cinco (5) pertenecen a la zona hidrográfica de Arauca y una (1) a Orinoco Directo (río Cinaruco y Directos río Orinoco), todas pertenecientes al área hidrográfica de Orinoco. La distribución porcentual del área de estudio en las SZH se presenta en la **Ilustración 33**. En cuanto a análisis regional, es pertinente evaluar las condiciones de oferta, demanda y calidad del recurso hídrico superficial en el área de estudio, para esto se evalúan por SZH los diferentes índices como: i) índice de regulación hídrica (IRH), ii) índice de uso del agua (IUA), iii) índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) iv) índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL), los cuales se relacionan en la Tabla .

El IRH, el cual mide la cantidad de humedad que pueden retener las cuencas, presenta un estado de bajo a moderado, lo cual refleja una baja capacidad de regulación y de retención de humedad de las fuentes hídricas presentes en las SZH.

El IUA, el cual corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios en un período determinado (anual, mensual) y por unidad espacial de Subzona Hidrográfica y cuencas, teniendo en cuenta la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales, registra para las SZH analizadas tanto para condiciones medias como secas valores variados, que van de bajo a moderado, significando para esta última categoría que la demanda hídrica es media en consideración a la oferta hídrica disponible.

El IVH, el cual permite identificar el grado de fragilidad del sistema hídrico en mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas como periodos largos de estiaje o eventos como el fenómeno de El Niño, podrían generar riesgos de desabastecimiento (registrado tanto para condiciones medias como secas), presenta valores que van de bajo a medio.

Con base en lo anteriormente expuesto, se identifica que las Subzonas Hidrográficas en las cuales se encuentra el proyecto, en general presentan una media sensibilidad al desabastecimiento y por ende con potenciales conflictos por el uso y disponibilidad del agua para el desarrollo de las actividades propias de la región.

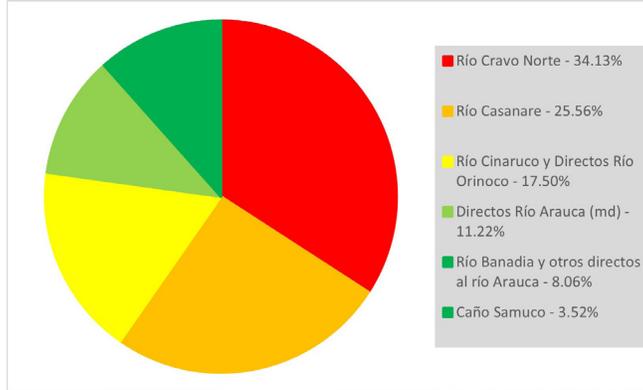
Finalmente, el IACAL, referente de la presión sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales del país, demuestra una baja y moderada influencia o potencial de alteración de la calidad del agua en la mayoría de las SZH analizadas. Adicionalmente, en la **Ilustración 34** se puede visualizar que la mayoría de la zona cuenta con calidad del agua regular donde se encontraron varios puntos de calidad del agua con clasificación MALA principalmente en la confluencia del Río Arauca y el Caño Agua-Limón como en la zona norte de la subzona hidrográfica del Río Cravo Norte.

El Río Arauca desde su confluencia con el caño Agua Limón, hasta la entrada en la cabecera municipal de Arauca presenta índice de calidad de carácter “Malo” basado en mediciones realizadas en el mes de mayo del 2020. Por otra parte, se presentan condiciones



desfavorables sobre el Caño el Burro y las fuentes (esteros, lagunas, lagos) que componen la cuenca del Río Lipa. Por último, sobre el Río Casanare las condiciones de los ríos tributarios a la fuente con puntos de monitoreo reportados presentan características buenas sobre su calidad de agua.

**Ilustración 33** Distribución porcentual de las Subzonas hidrográficas



Fuente: ANLA, 2022.

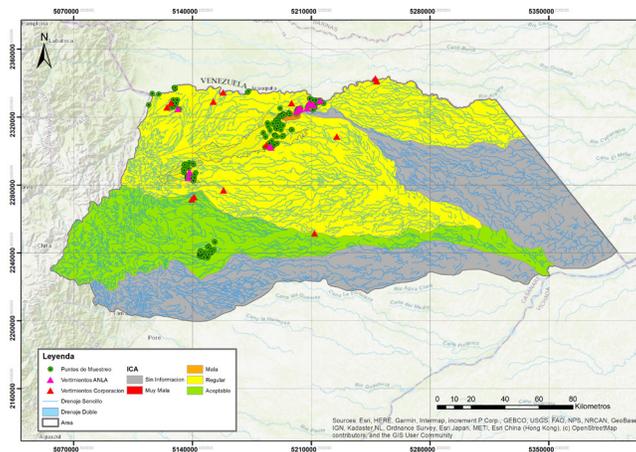
**Tabla 6.** Índices hidrológicos de las SZH del área de estudio

SZH	OHD		IRH		IUA		IVH		IACAL	
	MEDIO	SECO	AÑO MEDIO	AÑO MEDIO	AÑO MEDIO	AÑO SECO	AÑO MEDIO	AÑO SECO	AÑO MEDIO	AÑO SECO
3705 - Río Banadia y otros Directos al Río Arauca	2290,3	1090	Moderada	Bajo	Moderado	Baja	Media	Moderada	Media Alta	
3706 - Directos Río Arauca (md)	1405,5	603,5	Moderada	Bajo	Moderado	Baja	Media	Media Alta	Alta	
3809 - Río Cinaruco y Directos Río Orinoco	3388,9	1579,8	Moderada	Muy Bajo	Muy Bajo	Baja	Baja	Baja	Baja	
3602 - Río Casanare	5103,3	1931,9	Baja	Bajo	Bajo	Media	Media	Baja	Moderada	
3603 - Río Cravo Norte	6239,2	2704,4	Baja	Bajo	Bajo	Media	Media	Baja	Baja	
3604 - Caño Samuco	635,3	281,4	Moderada	Muy Bajo	Muy Bajo	Baja	Baja	Baja	Baja	

**Siglas:** OHD=Oferta hídrica disponible (millones m<sup>3</sup>), IRH=Índice de regulación hídrica, IUA=Índice de Uso del Agua, IVH=Índice de Vulnerabilidad Hídrica, IACAL=Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua

Fuente: Estudio Nacional del Agua, ENA 2014 – IDEAM.

**Ilustración 34** Índice de calidad del Agua zona regionalizada Arauca



Fuente: ANLA, 2022.

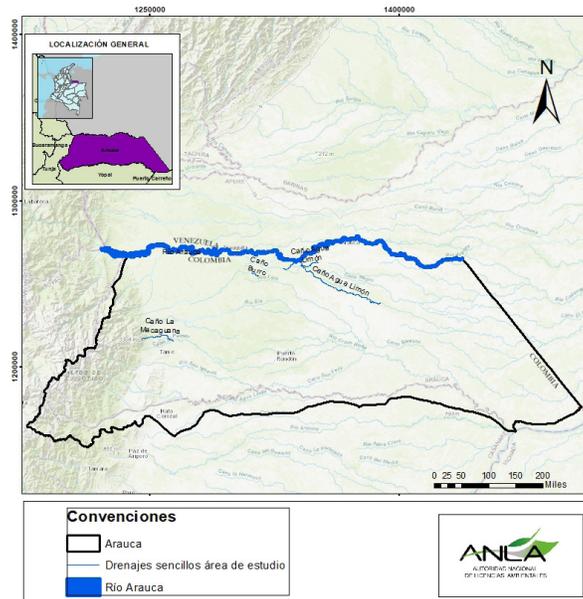


## Condición regional del recurso hídrico superficial – análisis área de estudio

### Calidad de agua

Para realizar el análisis de condiciones regionales de calidad del agua en el área de estudio, se realizó la revisión de la información disponibles de los expedientes presentes en el área de estudio. A partir de lo anterior, se realizó el análisis de 23 parámetros (aproximadamente) en cuatro (4) cuerpos de agua: río Arauca (2016, 2017, 2018, y 2020), caño El Burro (2017, 2018 y 2019), quebrada Macaguana (2020) y caño Agua Limón (2016, 2017, 2018 y 2020), sobre este último, dado el número de puntos de monitoreo sobre el drenaje se realizó una división de este en parte alta, media y baja. A continuación, en la **Ilustración 35** se presenta la localización de los cuatro drenajes previamente mencionados, asimismo, en la **Tabla 7 y Tabla 8** se detallan la media, desviación estándar, mínima y máxima de las series de datos analizadas, así como aquellos parámetros que fueron comparados con límites máximos recomendados por la EPA y objetivos de calidad, resaltando en color rojo en los casos respectivos, aquellos que sobrepasan estos valores:

**Ilustración 35** Localización de los drenajes objeto de análisis de calidad del agua



Fuente: ANLA, 2022.

**Tabla 7.** Condición regional calidad del agua – parte 1

Parámetro/Drenaje	Río Arauca				Caño El Burro				Quebrada Macaguana			
	Media	Desviación estándar	Min	Max	Media	Desviación estándar	Min	Max	Media	Desviación estándar	Min	Max
Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> *	-	-	-	-	14,20	8,79	6,00	26,00	2,00	0,00	2,00	2,00
Cloruros en mg/L*	2,08	1,63	0,00	4,00	6,85	3,04	3,10	10,00	4,00	0,00	4,00	4,00
Coliformes Fecales en NMP/100ml**	440,52	1.488,72	2,00	7.800,0	351,40	753,96	1,00	1.700,0	86,00	16,02	71,00	113,00
Coliformes Totales en NMP/100ml**	4.263,81	12.076,45	20,00	70.300	24.663,80	53.303,56	1,00	120.000	918,00	265,23	512,00	1246,00
Conductividad en µS/cm	71,42	20,69	37,70	100,80	209,09	175,52	37,00	451,00	13,94	1,76	10,80	14,80



Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L**	9,86	7,65	2,00	22,00	11,80	13,31	3,00	35,00	5,00	0,00	5,00	5,00
Demanda Química de Oxígeno en mg/L	20,95	8,37	10,00	47,00	35,20	8,04	28,00	48,00	20,00	0,00	20,00	20,00
Grasas y Aceites en mg/L	1,05	1,62	0,10	7,00	0,54	0,09	0,50	0,70	1,40	0,00	1,40	1,40
Hierro en mg/L*	-	-	-	-	7,27	7,28	1,01	18,31	0,24	0,07	0,15	0,32
Magnesio en mg/L	-	-	-	-	4,20	3,83	0,00	9,00	-	-	-	-
Nitratos en mg/L**	0,27	0,23	0,00	1,00	0,31	0,14	0,20	0,50	0,16	0,03	0,14	0,21
Nitritos en mg/L	0,07	0,21	0,00	1,00	0,02	0,02	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01
Oxígeno Disuelto en mg/L**	6,74	1,22	4,00	7,87	2,84	1,62	1,37	5,23	6,44	0,80	5,30	7,00
Plomo en mg/L*	-	-	-	-	0,62	0,52	0,01	1,00***	0,05	0,00	0,05	0,05
Potasio en mg/L	-	-	-	-	5,00	6,20	0,00	15,00	-	-	-	-
Sodio en mg/L	-	-	-	-	3,60	3,05	0,00	7,00	-	-	-	-
Sólidos sedimentables en mg/L	2,69	12,07	0,00	56,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos suspendidos totales en mg/L**	262,64	271,86	34,00	1.067,0	29,40	17,10	17,00	59,00	3,40	1,34	2,00	5,00
Sólidos Totales en mg/L	-	-	-	-	202,20	149,63	65,00	368,00	-	-	-	-
Sulfatos en mg/L	-	-	-	-	65,49	79,96	4,00	193,14	5,00	0,00	5,00	5,00
Temperatura en °C	27,12	2,23	23,90	30,80	27,93	2,08	26,06	31,20	26,10	2,55	23,00	30,10
Turbidez en NTU	73,57	111,74	0,00	488,00	29,77	16,43	10,03	50,90	2,66	1,33	1,41	4,47
Valor de pH	7,34	0,41	6,70	8,00	4,94	1,19	3,52	6,20	6,48	0,62	5,64	7,10

\*Criterios Nacionales de Calidad del Agua recomendados de la EPA, los cuales contienen los límites establecidos en el Decreto 1076, ya que son más restrictivos.

\*\*Objetivos de calidad del agua de Corporinoquia.

\*\*\* Corresponde al límite de detección del método analítico empleado, por ende, no se considera como incumplimiento del límite de los Criterios Nacionales de Calidad del Agua recomendados de la EPA.

Fuente: ANLA, 2022.

En relación con los resultados de la caracterización fisicoquímica y sus valores estadísticos analizados y comparados a los objetivos de calidad establecidos por Corporinoquia y los criterios Nacionales de calidad del agua recomendados de la EPA, se evidencia que algunos parámetros superan los límites evaluados como la alcalinidad y la DBO. Adicionalmente, se aprecia como existen valores altos en coliformes para todos los cuerpos de agua analizados. Respecto a los sólidos suspendidos en el río Arauca si bien los valores promedios están por debajo del objetivo de calidad (< 300 mg/L) se presentaron mediciones con valores superiores a los 1.000 mg/L.

Tabla 8. Condición regional calidad del agua – parte 2

Parámetro/Drenaje	Caño Agua Limón Cuenca Alta				Caño Agua Limón Cuenca Media				Caño Agua Limón Cuenca Baja			
	Media	Desviación estándar	Min	Max	Media	Desviación estándar	Min	Max	Media	Desviación estándar	Min	Max
Alcalinidad Total en mg/L CaCO <sub>3</sub> *	28,90	11,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloruros en mg/L*	7,10	2,56	-	-	2,92	3,66	0,00	25,00	2,58	2,16	0	12
Coliformes Fecales en NMP/100ml**	955,30	2.862,75	0,00	2.000,00	271,58	850,86	0,00	5.500,00	228,07	652,51	0	4000
Coliformes Totales en NMP/100ml**	2.869,20	6.830,97	0,00	56.500	5.835,51	17.276,24	0,00	10.8000	2.369,51	4.776,94	0	23500
Conductividad en µS/cm	129,52	163,57	0,00	310,00	120,51	87,30	0,00	300,00	129,94	91,06	0	290
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L**	7,50	5,70	0,00	24,00	10,49	10,62	0,00	34,00	8,53	7,03	0	24



Demanda Química de Oxígeno en mg/L	29,60	18,95	0,00	35,00	22,36	10,54	0,00	48,00	19,31	6,38	0	30
Grasas y Aceites en mg/L	0,61	0,16	0,00	4,00	1,03	1,40	0,10	4,00	0,96	1,38	0	5
Hierro en mg/L*	2,69	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magnesio en mg/L	1,50	1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitratos en mg/L**	0,32	0,12	-	-	0,44	0,30	0,00	1,12	0,48	0,37	0	1,49
Nitritos en mg/L	0,01	0,01	-	-	0,04	0,04	0,00	0,18	0,05	0,08	0	0,3472
Oxígeno Disuelto en mg/L**	5,74	2,99	0,00	10,18	6,59	1,51	0,00	9,80	6,30	1,32	0	8,5
Plomo en mg/L*	0,62	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potasio en mg/L	2,60	1,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodio en mg/L	1,30	0,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos sedimentables en mg/L	-	-	0,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos suspendidos totales en mg/L**	55,10	45,30	0,00	497,00	194,71	185,86	0,00	870,00	177,87	211,04	0	945
Sólidos Totales en mg/L	123,20	65,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfatos en mg/L	13,41	7,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura en °C	27,58	1,41	0,00	34,50	28,07	4,93	0,00	33,00	27,80	5,07	0	34,1
Turbidez en NTU	26,72	26,94	0,00	3170,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de pH	6,56	0,17	0,00	8,60	7,26	1,19	0,00	8,40	7,08	1,15	0	8
*Criterios Nacionales de Calidad del Agua recomendados de la EPA, los cuales contienen los límites establecidos en el Decreto 1076, ya que son más restrictivos.												
**Objetivos de calidad del agua de Corporinoquia.												

Fuente: ANLA, 2022.

## Cantidad de agua

Para el desarrollo del análisis hidrológico en la zona regionalizada de Arauca, se configuró un modelo de tipo semi-distribuido en la cuenca del Río Cravo Norte, la cual es un afluente del río Casanare. La modelación desarrollada se realizó en el programa Mike She, integrando flujo superficial, flujo en la zona no saturada y flujo en la zona saturada. Para el desarrollo del modelo hidrológico se empleó la información meteorológica del IDEAM de las estaciones más cercanas a la zona hidrográfica empleando los datos diarios, específicamente datos de precipitación diaria, temperatura máxima y temperatura mínima. Asimismo, para el desarrollo del modelo se tuvo en cuenta información de los tipos de suelo de la zona geología regional e información de cobertura, con la finalidad de desarrollar modelo en la zona no saturada mediante la solución de la ecuación de Richards, en la zona saturada se da solución a la ecuación de Darcy y la zona superficial se desarrolla balance hídrico para cada subcuenca definida (mike DHI, 2007) (Río Caranal, Río Cusay y Río Cravo Norte).

Una vez se desarrolla el modelo hidrológico con su respectiva calibración y validación, se procedió a extraer los caudales diarios para cada una de las subcuencas establecidas para posteriormente estimar la oferta hídrica, la cual es la diferencia entre los caudales medios de cada subcuenca de la zona mediante la estimación del caudal ambiental por la metodología denominada 7Q10 (Pinilla-Agudelo et al., 2014)

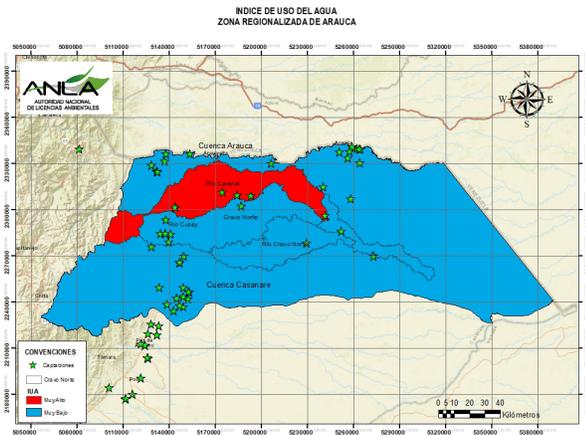
Una vez se estima los caudales ambientales para cada uno de los escenarios hidrológicos, específicamente la condición actual y tres escenarios de cambio climático los cuales fueron estimados mediante la aplicación del modelo RCP8.5, modelo más crítico en cuanto a gases de efecto invernadero (Peters et al., 2015). Se estima la oferta hídrica en la condición actual y para escenarios de cambio climático basado en la serie hidrológica diaria obtenida de la modelación para posteriormente estimar el IUA, IRH y IVH.

El Índice de Uso del Agua (IUA) corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un período determinado (anual, mensual) donde este relaciona la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales. El IUA se estima para la zona regionalizada de Arauca, basado en los ejercicios de modelación hidrológica y se obtiene un IUA muy bajo para la mayor parte del área regionalizada, no obstante, en la cuenca del río Caranal se observa un IUA muy alto por la baja oferta hídrica (**ver Ilustración**).

Para finalizar, de la modelación desarrollada en la cuenca del río Caranal y los análisis hidrológicos correspondientes se obtuvo un IVH muy alto y alto debido a la correlación entre el IRH y el IUA para condiciones actuales. Por consiguiente, la cuenca del río Caranal tiene una alta presión sobre su oferta hídrica, debido a la baja regulación del río y la demanda de uso doméstico e industrial que generan condiciones críticas para el aprovechamiento del recurso hídrico, generando repercusiones ambientales y sociales en la zona. En contraste el IVH en el restante del área regionalizada tiene una categoría media (**ver Ilustración**)

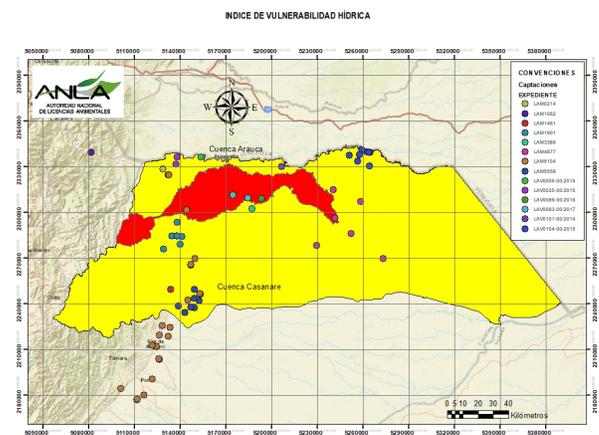


**Ilustración 36** Índice de Uso del Agua zona regionalizada Arauca



Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración 37** Índice Vulnerabilidad Hídrica zona regionalizada Arauca



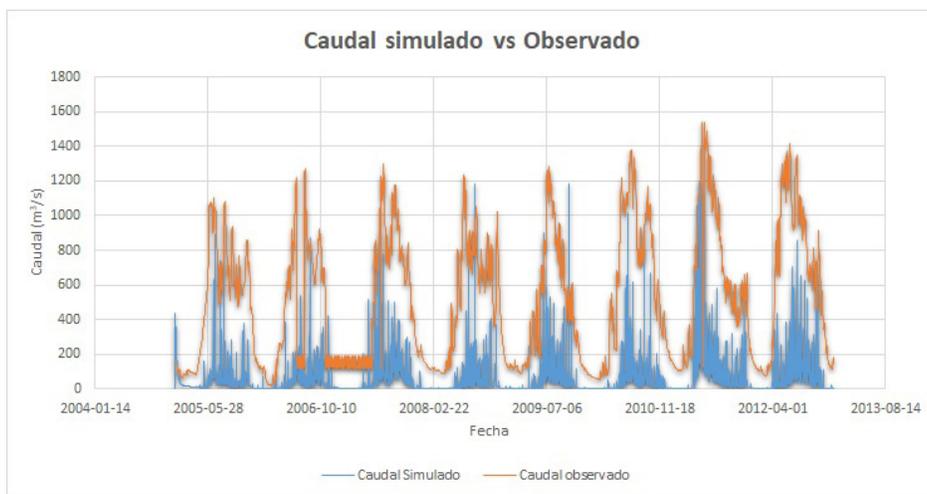
Fuente: ANLA, 2022.

## MODELACIÓN HIDROLÓGICA Y DE CALIDAD DEL AGUA

### Modelación hidrológica

El objetivo de la modelación hidrológica del área regional de Arauca consiste en determinar la oferta hídrica y los caudales ambientales para diferentes puntos de control asociados con proyectos licenciados por la Autoridad. Se implementó el modelo hidrológico semi-distribuido desarrollado en el programa MIKE SHE, en la Ilustración se presenta el resultado del proceso de calibración el cual se desarrolló del año 2005 al 2012 y posteriormente se desarrolló la validación con los datos obtenidos desde el año 2012 al 2020, donde se aprecia un buen desempeño del modelo de acuerdo con las medidas de bondad de ajuste obtenidas, específicamente un coeficiente de correlación por encima del 50% entre los datos observados de la estación limnométrica del IDEAM denominada Cravo Norte (36027050) como se observa en la Ilustración.

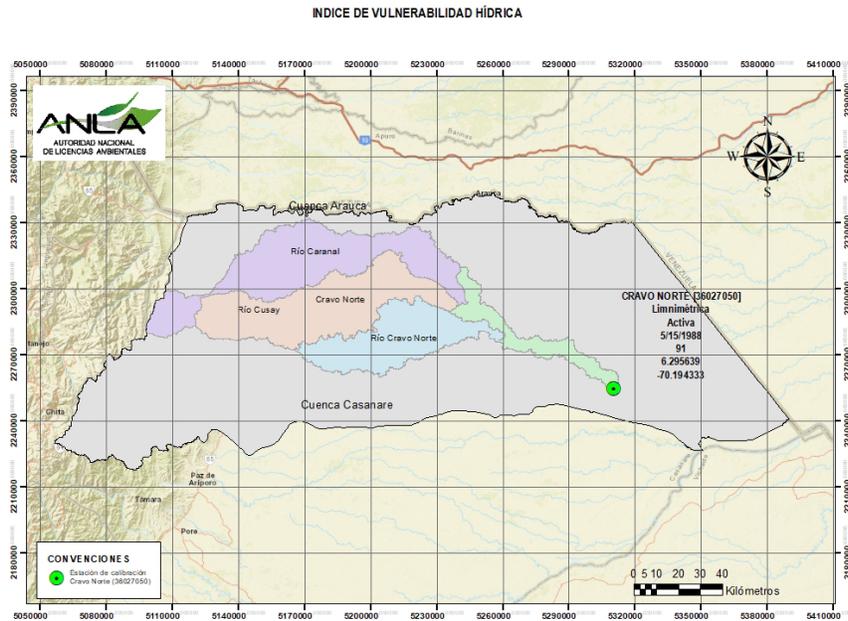
**Ilustración 38** Calibración de Modelo Hidrológico Cravo Norte



Fuente: ANLA, 2022.



**Ilustración 39** Punto de control para calibración

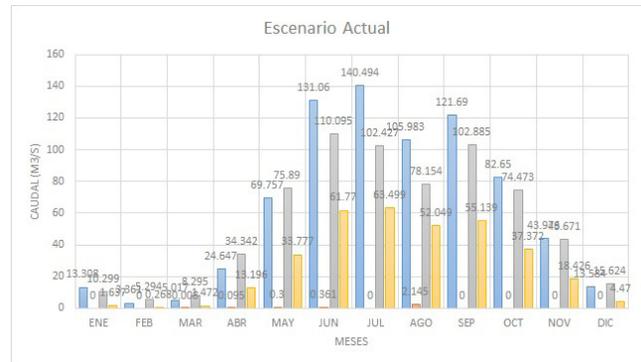


Fuente: ANLA, 2022.

Para realizar una aproximación de la oferta hídrica disponible (OHD) en localizaciones estratégicas del área regionalizada de Arauca, se elaboraron las Curvas de Duración de Caudales (CDC) y se calculó el caudal ambiental por la metodología a de 7Q10 para cada una de las subcuencas delimitadas para la modelación hidrológica. La estimación se realizó para el escenario actual y los escenarios de cambio climático de acuerdo con lo definido por el IDEAM en su Tercer Comunicación de Cambio Climático para el departamento.

Para la condición actual la oferta hídrica se ve limitada en la subcuenca del río Caranal dado la baja disponibilidad de caudales con valores que pueden llegar a ser de 0,24 m<sup>3</sup>/s en promedio anual, teniendo condiciones secas durante el mayor tiempo del año. En contraste los meses de mayor oferta hídrica son los meses de junio, julio y agosto dado su comportamiento monomodal. Por otra parte, el restante del área regionalizada de Arauca cuenta con amplia oferta hídrica (ver Ilustración ).

**Ilustración 40.** oferta hídrica escenario actual



Fuente: ANLA, 2022.

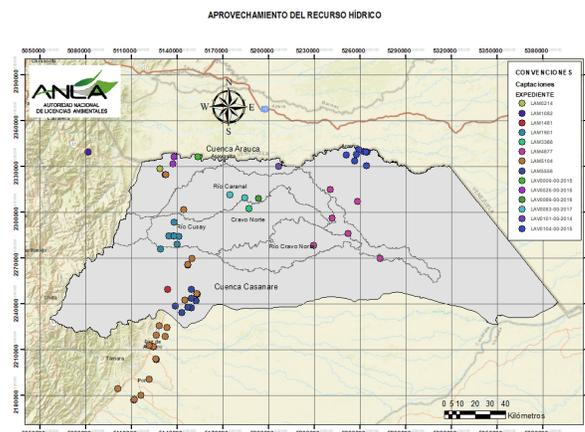
**Ilustración 41** Oferta hídrica escenario cambio climático 2039-2040



Fuente: ANLA, 2022.



**Ilustración 44** Captaciones zona regionalizada Arauca



Fuente: ANLA, 2022.

Por otra parte, se estimó el índice del uso del agua, el cual corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo determinado (anual) y unidad espacial de análisis (subzona hidrográfica) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo (IDEAM, 2019).

A partir de la demanda hídrica estimada (ver Tabla ), la cual se extrae de los proyectos licenciados por ANLA y la demanda proyectada en el POMCA de la cuenca del río Cravo Norte y la oferta hídrica disponible de cada cuenca, se estimó el índice del uso del agua (IUA), en la siguiente tabla se presenta el IUA para cada cuenca y cada escenario analizado mediante el modelo RCP8.5, en general se obtiene una categoría muy baja en la mayor parte del área regionalizada de Arauca, exceptuando la cuenca del río Caranal la cual presenta una oferta hídrica muy baja y una demanda alta debido a los aprovechamientos actuales del recurso hídrico por los proyectos LAM4877, LAM5104, LAV0069-00-2018 y LAV0083-00-2017, lo cual indica que la presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.

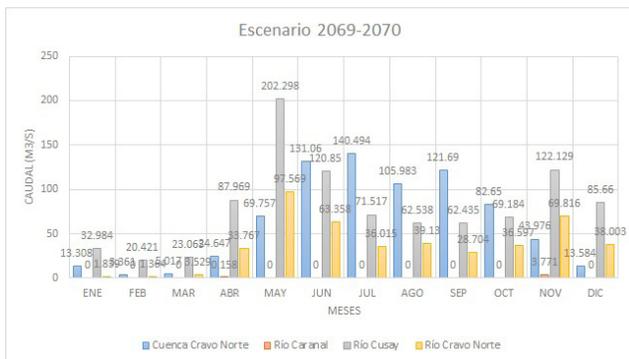
**Tabla 9.** Demanda hídrica de las cuencas analizadas

Corriente	Caudal	Unidad
Río Caranal	1.020	m³/s
Río Cusay	0.044	m³/s
Río Cravo Norte	0.005	m³/s
Cuenca Cravo Norte	1.96	m³/s
Cuenca Casanare	1.973	m³/s
Cuenca Arauca	1.208	m³/s

Fuente: ANLA, 2022.

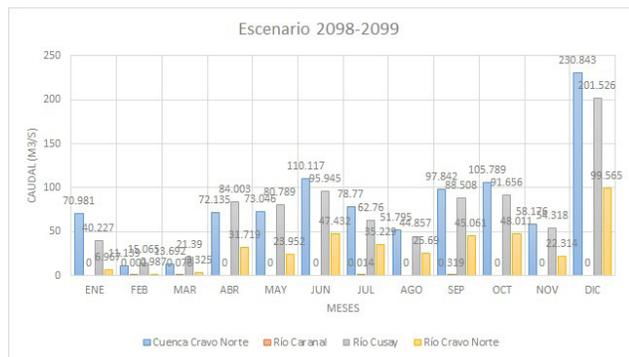
Adicionalmente, al evaluar los efectos de cambio climático para los periodos comprendidos 2039-2040, 2069-2070 y 2098-2099 en la zona regionalizada de Arauca no se logra apreciar variaciones significativas en cuanto a oferta hídrica, no obstante el modelo RCP8.5 arroja resultados que pueden aumentar un 20% los caudales promedios mensuales en el área regionalizada, con la aclaración que el río Caranal no cuenta con cambios significativos por los efectos de cambio climático a los presentados en condición actual, por consiguiente este se mantiene en una condición de oferta hídrica baja. (ver Ilustración , Ilustración e Ilustración )

**Ilustración 42** Oferta hídrica escenario cambio climático 2069-2070



Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración 43** Oferta hídrica escenario cambio climático 2098-2099



Fuente: ANLA, 2022.

Para realizar el análisis de demanda hídrica, en primer lugar, se estimó la oferta hídrica disponible a nivel mensual, sustrayendo de los caudales medios mensuales multianuales, el caudal ambiental para cada una de las cuencas analizadas y escenarios de proyección.



Adicionalmente, se estimó el Índice de Vulnerabilidad Hídrica, el cual mide el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta que permita el abastecimiento del agua de sectores usuarios del recurso, se estima a partir de una matriz de correlación entre el IRH y el IUA (IDEAM, 2019). Inicialmente se estimó el IRH para la zona regionalizada de Arauca donde se pudo observar una regulación hídrica muy baja a baja para la condición actual y los escenarios de cambio climático (ver Tabla ). Asimismo, se estimó el IUA donde se encontró que hay una alta presión en el aprovechamiento del recurso hídrico debido a la alta demanda y la baja oferta hídrica (Ver Tabla ). Para finalizar al cruzar el IRH y el IUA se pudo determinar que el IVH es Muy Alto a Alto en el río Caranal y medio para el resto del área regionalizada en condición actual y para los escenarios de cambio climático (Ver Tabla ).

De la modelación desarrollada en la cuenca del río Caranal y los análisis hidrológicos correspondientes se obtuvo un IVH muy alto y alto debido a la correlación entre el IRH y el IUA para condiciones actuales y futuras de cambio climático. Por consiguiente, la cuenca del río Caranal tiene una alta presión sobre su oferta hídrica, debido a la baja regulación del río y la demanda de uso no doméstico (pecuaria y agrícola) que generan condiciones críticas para el aprovechamiento del recurso hídrico y demanda doméstica, generando repercusiones ambientales y sociales en la zona. En contraste el IVH en el restante del área regionalizada tiene una categoría media.

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo mencionado con anterioridad, se recomienda que, en el marco de proyectos para evaluación en la zona, se mantenga un control en los permisos de captación o aprovechamiento del recurso hídrico sobre todo en el río Caranal, estableciendo que las épocas de captación sean al desarrollar caudales altos que se dan en los meses de junio, julio y agosto. Asimismo, se deberá requerir el Programa de Ahorro y Uso Eficiente de Agua – PUEAA. Adicional se deberá realizar escenarios de modelación hidrodinámica y de transporte de sedimentos, donde se pueda evidenciar las afectaciones que se pueden generar por el permiso de captación a evaluar en el cuerpo de agua, para diferentes escenarios hidrológicos (caudales máximos, medios, mínimos y ambiental), incluidos los escenarios de cambio climático.

Por otra parte, en el marco de seguimiento de los expedientes que cuentan con aprovechamiento del recurso hídrico en el área regionalizada con mayor rigurosidad en la cuenca del río Caranal debido a la vulnerabilidad que tiene la misma al desabastecimiento en condiciones de caudales mínimos o ante fenómenos de variabilidad climática, por esta razón se deberá dar estricto cumplimiento al Programa de Ahorro y Uso Eficiente de Agua – PUEAA. Asimismo, se deberá presentar la debida articulación de los proyectos con los PORH y POMCA, estableciendo control sobre objetivos de calidad y

requerimientos de caudal ambiental. También es necesario contar con la información diaria del registro de caudales de los cuerpos de agua y restringir su aprovechamiento en condiciones de caudal mínimo o medio, o escenarios que no permitan el cumplimiento de caudal ambiental.

**Tabla 10.** Índice de Regulación Hídrica

Corriente	Actual	IRH Actual	Escenario 2039-2040	IRH 2039-2040	Escenario 2069-2070	IRH 2069-2070	Escenario 2098-2099	IRH 2098-2099
Río Caranal	0.27	Muy baja	0.54	Baja	0.56	Baja	0.57	Baja
Río Cusay	0.47	Muy baja	0.64	Baja	0.62	Baja	0.60	Baja
Río Cravo Norte	0.37	Muy baja	0.50	Baja	0.51	Baja	0.47	Muy baja
Cuenca Cravo Norte	0.47	Muy baja	0.56	Baja	0.56	Baja	0.53	Baja

Fuente: ANLA, 2022.

**Tabla 11.** Índice de Uso del Agua

Corriente	Actual	IUA Actual	Escenario 2039-2040	IUA 2039-2040	Escenario 2069-2070	IUA 2069-2070	Escenario 2098-2099	IUA 2098-2099
Río Caranal	425.00	Muy Alto	12750.00	Muy Alto	311.53	Muy Alto	3000.00	Muy Alto
Río Cusay	0.08	Muy bajo	0.07	Muy bajo	0.05	Muy bajo	0.06	Muy bajo
Río Cravo Norte	0.02	Muy bajo	0.02	Muy bajo	0.01	Muy bajo	0.02	Muy bajo
Cuenca Cravo Norte	3.11	Bajo	3.11	Bajo	2.10	Bajo	2.41	Bajo

Fuente: ANLA, 2022.

**Tabla 12.** Índice de Vulnerabilidad Hídrica

Corriente	IVH Actual	IVH 2039-2040	IVH 2069-2070	IVH 2098-2099
Río Caranal	Muy Alto	Alto	Alto	Alto
Río Cusay	Medio	Medio	Medio	Medio
Río Cravo Norte	Medio	Medio	Medio	Medio
Cuenca Cravo Norte	Medio	Medio	Medio	Medio

Fuente: ANLA, 2022.

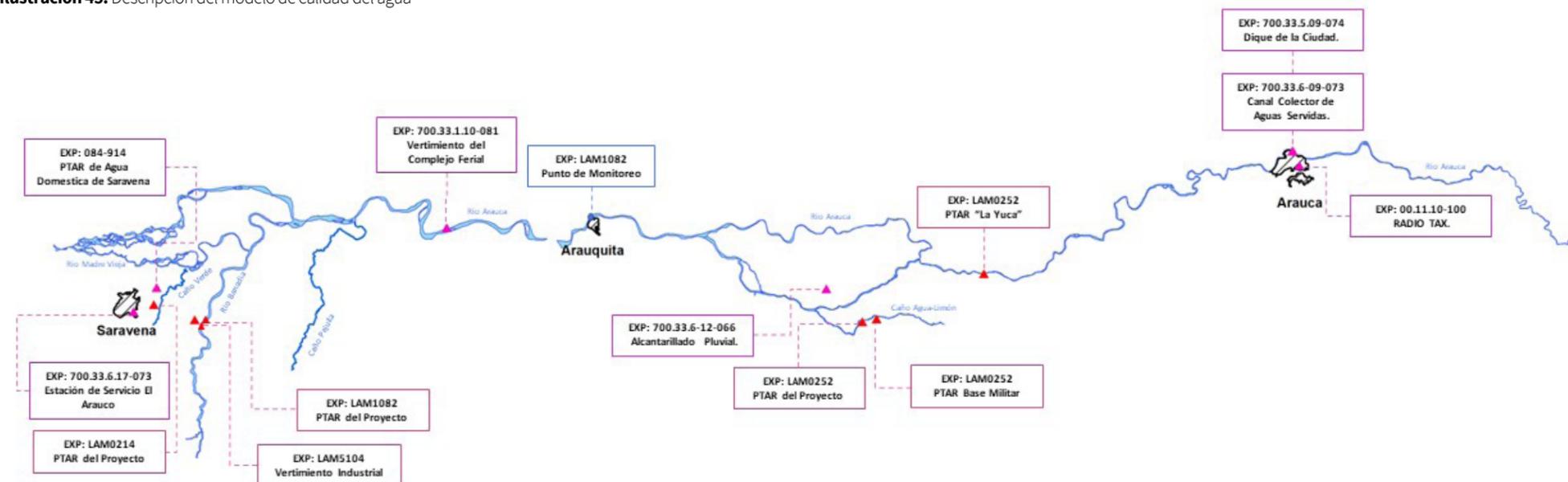


## ► Modelación de Calidad del agua

Teniendo en cuenta la concentración de los permisos de vertimiento tanto licenciados por ANLA (LAV0025-00-2015, LAM0214, LAM1082, LAM0252 y LAV104-00-2015) como por Corporinoquía en la subzona hidrográfica Directos Río Arauca, se realizó la modelación de calidad del agua sobre el Río Arauca y tributarios en el área que contempla los cascos urbanos de Arauca y Arauquita. Para la modelación se implementó el modelo HEC-RAS 6.2 siguiendo los lineamientos de la Guía Nacional de modelación (IDEAM, 2018), así como la información de la calidad del agua recopilada en la Base de datos Corporativa de ANLA (BDC), específicamente para el periodo 2019 – 2021 y, finalmente se consideraron los caudales generados por la modelación hidrológica. Teniendo en cuenta la concentración de los permisos de vertimiento tanto licenciados por ANLA (LAV0025-00-2015, LAM0214, LAM1082, LAM0252 y LAV104-00-2015) como por Corporinoquía en la subzona hidrográfica Directos Río Arauca, se realizó la modelación de calidad del agua sobre el Río Arauca y tributarios en el área que contempla los cascos urbanos de Arauca y Arauquita (Ilustración 47). Los escenarios modelados hacen referencia a: i) escenario 1 caudal mínimo mensual del Río Arauca, Banadía, Madre Vieja, Caño Verde y Agua Limón, ii) escenario 2 caudal medio mensual del Río Arauca, Banadía, Madre Vieja, Caño Verde y Agua Limón y considerando que todos los vertimientos licenciados en la zona hagan sus vertimientos teniendo en cuenta los valores máximos permitidos por la normativa existente, iii) caudal mínimo mensual del Río Arauca, Banadía, Madre Vieja, Caño Verde y Agua Limón y considerando que todos los vertimientos licenciados en la zona hagan sus vertimientos teniendo en cuenta los valores máximos permitidos por la normativa existente. Los vertimientos asociados al expediente LAM5104 sobre el Río Banadía (V23 y V24 según la codificación de la empresa en el último concepto técnico de seguimiento) no se encuentran en uso por lo cual no fueron tenidos en cuenta para la calibración del modelo, pero sí para los escenarios 2 y 3.

Los resultados de la modelación muestran como la calidad del Río Arauca cambia su calidad a medida que recibe las descargas de los diferentes vertimientos, especialmente la de los cascos municipales (**Ilustración 46 e Ilustración 47**). Se puede apreciar como antes de la confluencia del Río Abadía con el Río Arauca tanto el nitrógeno amoniacal como los coliformes están por encima del objetivo de calidad del agua, pero después que el Río ha recibido las descargas de Arauquita, Arauca y los vertimientos ya sean directos al Río Arauca o en los tributarios, estos valores de nitrógeno amoniacal y coliformes se encuentran por encima del objetivo de calidad principalmente en los meses de menores precipitaciones.

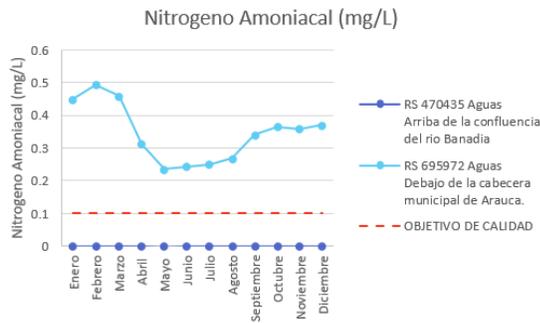
Ilustración 45. Descripción del modelo de calidad del agua



Fuente: ANLA, 2022.



**Ilustración 46.** Concentración de nitrógeno amoniacal antes y después de la zona de vertimientos sobre el Río Arauca.

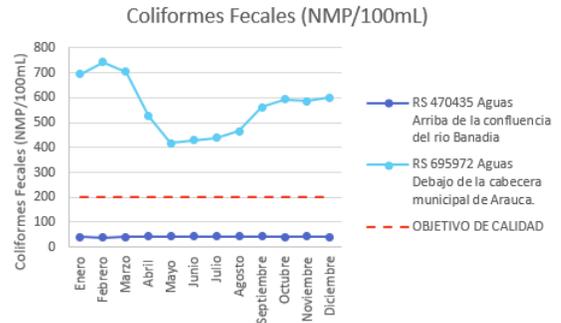


Fuente: ANLA, 2022.

Ya cuando se realiza una evaluación espacial del comportamiento de la calidad del agua para todo el tramo del río como también de los cuerpos de agua que tienen conexión con este, se ve como en varios tramos del Río la calidad del agua no está afectada por los vertimientos de la condición actual pero, si todos los vertimientos licenciados en la zona descargarán su caudal máximo autorizado y en los límites que la norma de vertimiento les permite (Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), allí, se observa como el tramo tendría una concentración de oxígeno disuelto de hasta 1 mg/L (**ver Ilustración 48**), lo cual es dañino para la hidrobiota y por ende, para los servicios ecosistémicos para los escenarios más críticos (3 y 4). En este sentido, sería necesario realizar una evaluación de las concentraciones máximas permitidas a los vertimientos teniendo en cuenta que por la concentración de proyectos en los cuerpos de agua de la zona evaluada lleva a que la normativa existente pueda no ser suficiente para el cuidado de la calidad del recurso.

Para los cuerpos de agua que se encuentran en el área de influencia de los vertimientos (tanto los que se encuentran a cargo de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales como de la corporación), se recomienda analizar los posibles impactos por metales pesados en los cuerpos de agua receptores, tanto aguas arriba como aguas debajo de los permisos. Lo anterior, teniendo en cuenta que no solo el límite de preservación de flora y fauna establecido en el decreto 1076 de 2015 exigen valores por ejemplo cadmio <0.1 mg/L, sino también las guías de calidad del agua para preservación de flora y fauna de la EPA (<https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>) definen un valor de afectación aguda de 0.0018 mg/L por Cadmio. Si bien, los cuerpos de agua actualmente cumplen la normatividad colombiana, es importante contar con las referencias internacionales, puesto que al realizar la modelación del escenario 3 y 4 con los caudales concedidos y tomando el valor máximo permitido por la norma

**Ilustración 47.** Coliformes fecales antes y después de la zona de vertimientos sobre el Río Arauca.



Fuente: ANLA, 2022.

colombiana (0.1 mg/L), las concentraciones de cadmio podrían superar 10 veces lo establecido por la EPA en condiciones de caudales mínimos.

Por otro lado, investigaciones realizadas por otras entidades (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018) sugieren alertas por posibles afectaciones a comunidades por actividades relacionadas con el sector de hidrocarburos. Teniendo en cuenta que los resultados de monitoreo no permiten validar una afectación por concentraciones constantes de metales pesados originados por esta actividad y que el comportamiento de estos elementos puede relacionar una concentración alta en sedimentos a diferencia de la columna de agua, se considera adecuado mejorar la frecuencia de monitoreo en sedimento y en agua en periodos climáticos diferenciados y buscando laboratorios con límites de detección bajos de tal forma que se pueda evaluar si existe un efecto o no por parte de los vertimientos en la zona.

El monitoreo permite revisar el comportamiento de algunos elementos como surge en la revisión de los ICA del 2020 del expediente LAM1821, donde se encontraron mediciones de arsénico 0.579 mg/kg en sedimentos en el punto cercano al vertimiento como también una DQO de 69 mg/L y conductividad de 380 uS/cm. Para el expediente LAM0252 se evidencian concentraciones de 21.4 mg/L de nitrógeno total a la salida de las lagunas de oxidación de ARnD 32.1 mg/L de NTK y de 267 mg/L de SST en la laguna de oxidación. Por lo cual, el sistema de tratamiento requiere continuar con el monitoreo y analizar las causas de estos resultados, que, si bien no son una constante, se encontraron en fechas específicas.

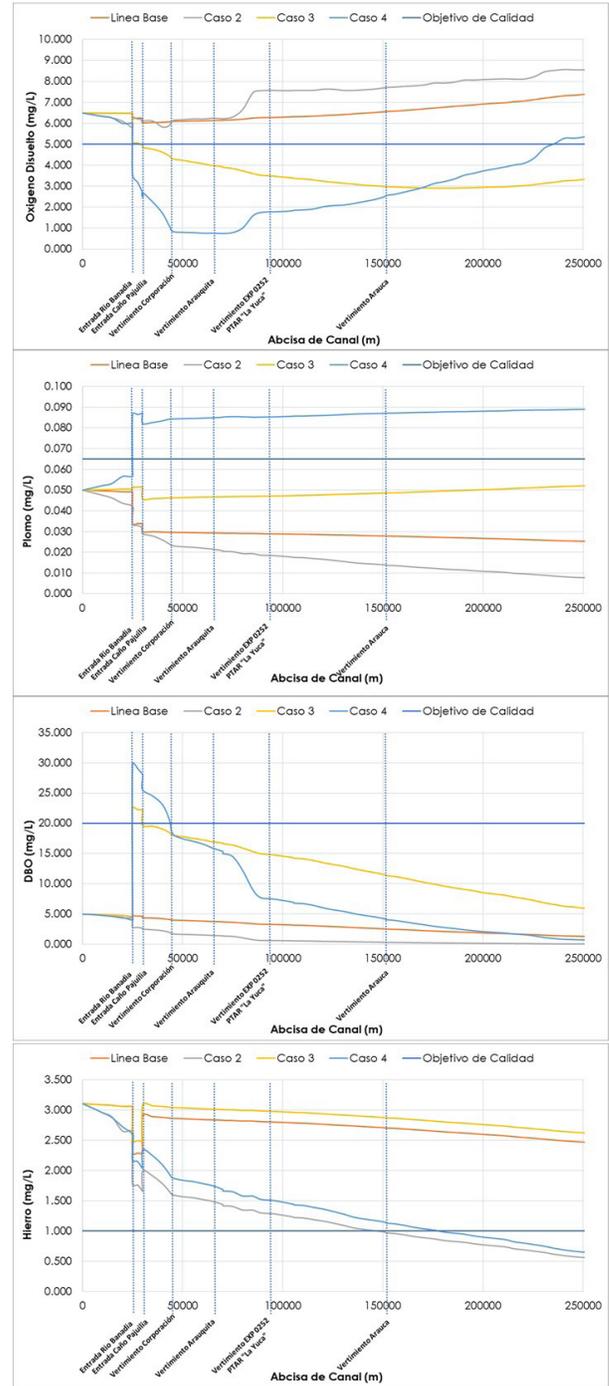


**Ilustración 48** Concentración de oxígeno disuelto, Plomo, DBO5 y Nitrógeno amoniacal en el Río Arauca

A pesar de la anterior, para la condición actual sobre el cauce Río Arauca no se ven grandes afectaciones por las descargas directas al Río ya que los caudales de vertimiento respecto al caudal del Río y su capacidad de autodepuración no son altas. Es así como, tomando los vertimientos de las cabeceras urbanas de Arauquita y Arauca, con caudales de 1.92 m<sup>3</sup>/s y 1.126 m<sup>3</sup>/s respectivamente generan un cambio leve respecto a la condición antes del vertimiento y una posterior recuperación del oxígeno. Lo mismo pasa para la descarga del proyecto LAM0252 de la PTAR “La Yuca” dado su caudal concedido bajo de 0.666 m<sup>3</sup>/s.

Para el Río Banadia con un caudal medio de 69.16 m<sup>3</sup>/s, recibe el vertimiento del LAM1082 con caudal de 65L/s ingresa al inicio del tramo de estudio del Río, por lo que la asimilación en este punto se realiza de forma rápida y no genera aumento significativo en el tramo para los dos primeros escenarios evaluados. Se puede observar una variación entre los dos últimos escenarios en parámetros como los metales debido a que se modificaron las condiciones según los límites máximos de vertimiento de la resolución 0631 del 2015.

Finalmente, y como conclusión de la modelación se pudo evidenciar que, si bien la calidad del agua en varios tramos de los cuerpos analizados la calidad del agua es buena o aceptable para la condición actual, los escenarios en los cuales todos los vertimientos licenciados a su máximo caudal y máxima concentración permisible por la normal llevará a una posible afectación para la mayoría de los parámetros. Por lo cual, se recomienda que desde el seguimiento se asegure que los vertimientos que aparecen inactivos continúen en esa condición. Para la evaluación de nuevas licencias de las actividades que tengan relación con los cuerpos de agua analizados en este reporte, se debería tener en cuenta los escenarios 3 y 4, de tal forma que la capacidad de carga de los cuerpos de agua sería mucho menor a la de la condición actual.



» \*Objetivo de calidad para el hierro = Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Life, EPA 2022.

» » Fuente: ANLA, 2022.



## Valoración económica – Alteración de la calidad del recurso hídrico superficial

Al considerar los resultados del análisis de jerarquización de impactos ambientales, reportados en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) por los proyectos, obras o actividades en el área de estudio y considerando la información disponible para adelantar un ejercicio de valoración económica consistente con el resultado de las modelaciones por componentes físicos presentadas en otros apartes del documento, se destaca la afectación al competente hídrico relacionada en el 74% de los expedientes ANLA en el área de estudio, con tres CEI representativas (Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial, Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico; y, Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial).

En el área de estudio, impactos asociados a vertimientos de todas las actividades que tienen relación con los cuerpos de agua y eventos como los derrames ocurridos y algunos otros, pueden afectar la calidad de las fuentes hídricas superficiales que abastecen los sistemas de acueducto, y a su vez, los esfuerzos para mejorar la calidad del agua de los vertimientos generan costos adicionales para las plantas de tratamiento, representados principalmente en insumos químicos; por lo cual resulta relevante su valoración económica.

Para realizar el ejercicio de la valoración económica se parte de la identificación de un valor de uso que brinda la calidad hídrica a un individuo o a la sociedad, además del servicio de provisión los cuerpos de agua prestan las condiciones de vida para la materia orgánica y los organismos vivos, para mantener la salud ecológica de los cuerpos de agua, aparte de reponer el agua subterránea, y, cubrir la demanda de agua por evaporación y fugas, entre otros (Cheng, Li, Yue, & Huang, 2019). El servicio de filtración de agua usualmente es medido como la remoción de sedimentos y otros contaminantes (pesticidas, herbicidas, N, P, K, etc) del agua superficial, manteniendo su calidad para el consumo humano (Vardon, Keith, & Lindenmayer, 2019) water filtration and water storage using the System of Environment-Economic Accounting (SEEA).

La calidad del agua tiene efectos en la salud y en el desarrollo de las poblaciones, hoy día desde la política pública se propende por lograr que el agua que se suministre a las poblaciones sea potable, es decir que tenga un tratamiento con el fin de cumplir con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que la hacen apta para el consumo humano. Para lograr tal fin, se requiere de procesos técnicos y operativos que den cuenta del cumplimiento de los parámetros de calidad requeridos en la Resolución 2115 de 2007.

El valor económico de los impactos negativos ambientales que se consideran internalizables, se aproxima a partir de los costos generados, dada la disminución en el bienestar de los individuos, y a partir de métodos de preferencias reveladas es posible obtener funciones que dan cuenta de su comportamiento. En este caso, se estiman los costos evitados entendidos como aquellos en los que, los agentes están dispuestos a incurrir, para evitar el deterioro, pérdida o reemplazo de algún servicio ecosistémico. Cuando las funciones de costo incluyen la calidad del agua de origen, se pueden calcular los costos evitados por la mejora de la calidad del agua de origen y ayudar a determinar si la protección de la fuente del agua sería un componente rentable en la producción de agua potable (Heberling et al., 2015; Price et al., 2018).

Para determinar el cambio que se produce por las acciones antrópicas en el recurso hídrico y su posterior valoración económica, se presenta la aproximación de la cuantificación biofísica de la afectación de los vertimientos en la calidad hídrica, los valores de muestras en el río Arauca en el marco de los monitoreos desarrollados por los proyectos licenciados por ANLA (**ver Tabla 13**).

**Tabla 13.** Resultados de Monitoreos de Parámetros de Calidad Proyectos ANLA - Río Arauca

EXPEDIENTE	LAM1082	LAM1082	LAM1082	LAM1082	LAM1821	LAM0252	LAV0104-00-2015	Estándar - Resolución 2115 del 2007
Tipo de Fuente	500 m aguas debajo de la confluencia de los ríos Royota, Arauca y Bojaba	300 m aguas arriba de Puerto Rico	Tanque de Almacenamiento de Puerto Contreras / Antes del Vertimiento	100 m aguas arriba de la bocatoma Arauquita / Después del Vertimiento	Sitio Especifico en fuente superficial en el Río Arauca	Sitio Especifico en fuente superficial en el Río Arauca / Antes del Vertimiento	Sitio Especifico en fuente superficial en el Río Arauca / después del Vertimiento	
Fecha de Muestreo	6/14/2019	6/14/2019	6/13/2019	9/6/2019	5/13/2020	12/5/2020	10/5/2019	
Alcalinidad Total en mg/L CaCO3	10,3000002	15,3000002	14,8000002	13,1999998	20,3999996	-	12	200



Arsénico en mg/L	0,0045	0,0045	-	0,0045	-	-	0,01	0,01
Bario en mg/L	0,6	0,6	-	0,6	-	-	0,6	0,7
Cadmio en mg/L	0,01*	0,01*	-	0,01*	-	-	0,01*	0,003
Calcio en mg/L	-	-	4,0999999	-	8,2200003	-	9,1000004	60
Carbono Orgánico Total en mg/L	-	-	2	-	-	-	-	5
Cianuro en mg/L	0,2	0,2	-	0,2	-	-	0,2	0,05
Cloruros en mg/L	4	4	4	4	5	4	32	250
Cobre en mg/L	0,15	0,15	-	0,15	-	-	0,15	1
Coliformes Fecales en NMP/100ml	69,0999985	48,7000008	-	42	-	214,3000031	101,1999969	0
Coliformes Totales en NMP/100ml	1019	988	1353	1328	-	2613	1334	0
Color de la descarga en UPC	-	-	-	-	-	-	12,6999998	15
Cromo en mg/L	0,11	0,11	-	0,11	-	-	0,11	0,05
Dureza Total de la descarga en mg/L	16	13,6999998	15,6999998	17,2999992	35	-	31,4799995	300
Fosfato en mg/L	-	sela	0,03	-	-	-	-	0,5
Hierro en mg/L	-	-	3,1199999	-	-	-	7,1199999	0,3
Magnesio en mg/L	-	-	1,11	-	-	-	2,1199999	36
Manganeso en mg/L	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1
Mercurio en mg/L	0,001	0,001	-	0,001	0,002	-	-	0,001
Molibdeno en mg/L	-	-	-	-	-	-	-	0,07
Nitratos en mg/L	0,11	0,11	0,11	0,133	1,224	0,24	0,205	10
Nitritos en mg/L	0,003	0,003	0,003	0,003	0,006	0,0104	0,003	0,1
Níquel en mg/L	<0,15	<0,15	<0,02	<0,15	-	-	<0,05	0,02
Plomo en mg/L	0,05	0,05	-	0,05	1	-	0,05	0,01
Selenio en mg/L	0,0005	0,0005	-	0,0005	-	-	-	0,01
Sustancias activas al azul de metileno en mg/L	-	-	-	-	-	-	-	250
Turbidez en NTU	42,0999985	50,0999985	158	751	113	289	961	2
Zinc en mg/L	0,12	0,12	0,12	0,12	-	-	0,12	3

\*Valores del límite de detección de la técnica de laboratorio utilizada.

Fuente. Grupo de Valoración Económica – SIPTA ANLA a partir de resultados de monitoreos 2019 y 2020.

Como puede observarse en los registros de la tabla existe contaminación hídrica dado que los resultados de las muestras para los parámetros asociados con las características: físicas (turbidez) y microbiológicas (Coliformes totales) del agua cruda superan los valores máximos aceptables establecidos en la Resolución 2115 de 2007, norma que establece parámetros para la calidad del agua para consumo humano.

Por su parte, el diseño y operación de una planta de tratamiento de agua potable está basado entre otras consideraciones, en las características físicas, químicas y microbiológicas de sus fuentes abastecedoras. Una reducción en la calidad del agua, genera una modificación en los procesos de tratamiento (tiempos de retención, insumos químicos) para cumplir con los estándares fijados normativamente, incrementando así los costos de potabilización y afectando el bienestar del consumidor (Price & Heberling, 2018).



De esta manera, continuando con la revisión de referencias para el desarrollo del ejercicio de valoración económica propuesta se encuentran que, a partir de funciones de costo con el desarrollo del modelo econométrico apropiado, se ha cuantificado la relación entre la calidad del agua cruda y sus costos de tratamiento a precios de mercado, señalando cómo responden a cambios marginales en la calidad del agua originados por la acción antrópica. En Colombia, para medir el efecto económico de la contaminación hídrica (medida en los índices que resumen las características químicas, físicas y microbiológicas del agua cruda), sobre los costos de plantas de tratamiento de agua dirigida al consumo humano, Sarmiento et. al. (2005) estimaron la función doble logarítmica representada por:

$$\ln(CIQ) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Wi) + \beta_2 \ln(FISI) + \beta_3 \ln(QUIMI) + \beta_4 \ln(MICRI) + \epsilon_i$$

**Donde:**

**CIQ** = Costos de insumos químicos

**Wi** = Cantidad de agua potable producida en metros cúbicos

**FISI** = Características físicas del agua cruda: Turbiedad, Sólidos Totales

**QUIMI** = Características químicas del agua cruda: Cloruros, Dureza Total, Hierro Total

**MICRI** = Características microbiológicas del agua cruda: E-Coli, Coliformes totales

De forma tal que la elasticidad o el cambio porcentual en los costos ante cambios porcentuales en la cantidad de agua producida y en las características físicas, químicas y microbiológicas está dado por los “ $\epsilon_i$ ”. Dado que no se cuenta con una base de datos consolidada respecto a costos mensuales de insumos químicos para las empresas de acueductos del área de estudio que se abastecen del río Arauca, para establecer las elasticidades a partir de la función de costo correspondiente, se presentan los resultados de algunas estimaciones de funciones de costo relacionadas.

Sarmiento et. al. (2005) a partir de una base de datos mensual entre enero de 2002 y julio de 2005 estimaron que ante un aumento de 1% de los sólidos suspendidos y de la turbiedad, se incrementan los costos de insumos químicos de las Empresas Municipales de Cartago en un 0,147%. De igual forma, se estimó que ante un aumento de 1% en las cantidades captadas de Coliformes totales y E-coli, los costos de insumos químicos aumentan en un 0,035%. Es importante mencionar, que el modelo final propuesto por Sarmiento et. al. (2005) omite el índice de características químicas, dado que las mediciones realizadas en el período de referencia muestran que los niveles de Hierro, Cloruros y Dureza se encuentran dentro del rango admisible y no se esperaba incidencia alguna de estas variables en el comportamiento de la función de costos, como dice el autor.

En el mismo sentido, la estimación de los costos en que incurre el acueducto de Empocabal para el tratamiento de agua proveniente de los ríos Campoalegre y San Eugenio en la cuenta alta del río Campoalegre, a partir de una base de datos mensual desde enero de 2004 hasta marzo de 2006, encontró que un aumento del 1% en la turbiedad genera un aumento de 0,7% en los costos de insumos químicos (CARDER - IAvH, 2006).

Así mismo, la determinación de la relación entre los niveles de contaminación del río Cabí, fuente abastecedora del acueducto municipal de la ciudad de Quibdó, y los costos de potabilización del agua para consumo humano, muestra que un aumento del 1% en la turbiedad incrementa los costos en insumos químicos por m<sup>3</sup> de agua tratada en 0,34% y cuando los coliformes totales aumentan en 1%, los costos aumentan en 0,02% (Sanabria, 2006).

Price & Heberling (2018) presentan la revisión de 24 estudios conducidos en Estados Unidos, Canadá, Francia, India, Japón, Malasia y España entre 1998 y 2017, donde el principal obstáculo fue la disponibilidad de información necesaria, para cuantificar la relación entre los costos para las diferentes plantas de tratamiento de agua potable y la calidad del agua, ya que existen pocas bases de datos y relacionan muestras pequeñas y no aleatorias. Se encontró que la turbiedad es el parámetro más comúnmente monitoreado por las plantas y usado por los operadores para optimizar los procesos de tratamiento, evaluar el comportamiento y cumplimiento de normas.

Las elasticidades turbiedad-costo se estimaron en 11 estudios y resultaron las más robustas, estadísticamente significativas casi en todos los casos y consistentes, dada la diversidad de datos y métodos analíticos utilizados. En la Tabla se resumen las diferentes elasticidades calculadas y para el caso de Colombia.

Las elasticidades se encuentran en el rango de 0,02 – 0,34, donde esta última sugiere que un descenso del 1% en la turbiedad genera una reducción del 0,34% en los costos en insumos químicos. En general, se encuentra que los cambios marginales en la calidad del agua conducen a unas ganancias modestas, pero estadísticamente significativas, en términos de costos de tratamiento evitados (Price & Heberling, 2018).



**Tabla 14.** Elasticidades turbiedad – costo para plantas de tratamiento de agua potable

<b>País</b>	<b>Referencia</b>	<b>Elasticidad</b>
Estados Unidos	Dearmond et al. (1998)	0,27
	Forster et al. (2004)	0,12
	Forster and Murray (2007)	0,30
	Heberling et al. (2015)	0,02
	Holmes (1988)	0,07
	Moore and McCarl (1987)	0,22
	Mosheim (2006)	0,09
	Warziniack et al. (2017)	0,19
Malasia	Abdul-Rahim and Mohd-Shahwahid (2011)	0,07
Canadá	Price et al. (2017)	0,10
India	Singh and Mishra (2014)	0,20
Colombia	CARDER – laVH (2006)	0,7
	Sanabria (2006)	0,34
	Sarmiento et al. (2005)	0,15

**Fuente.** ANLA a partir de Price & Heberling (2018) y CARDER – laVH (2006) - Sanabria (2006) - Sarmiento et al. (2005)

En este escenario, considerando los resultados del monitoreo de parámetros de calidad realizado, evidencian que se presentan características del agua cruda por fuera de los valores aceptables para consumo humano, en el periodo observado.

Ahora bien reconociendo que las Empresa Municipal de Servicios Públicos de Arauca - EMSERPA y la Secretaria De Servicios Públicos Del Municipio de Arauquita prestan el servicio de acueducto y se abastecen del río Arauca y además considerando que se tienen los resultados de las elasticidades, las cuales miden el impacto en el costo de los insumos de la contaminación a partir de las características de la calidad hídrica propuesta por Sarmiento et al. (2005), se evalúan las características físicas de la turbiedad y microbiológicas de Coliformes totales y E-coli, que tendrían algún efecto sobre el comportamiento de los costos.

Se obtiene como resultado al aplicar los valores de las elasticidades estimados por Sarmiento et al. (2005), que una reducción del 1% de la turbiedad, Coliformes totales y E-coli representaría unos costos evitados en insumos químicos utilizados para el tratamiento de \$ 1'810.357 de acuerdo con los costos de insumos químicos relacionados por estas empresas antes mencionadas en los documentos<sup>1</sup>, es importante precisar que dichos costos fueron actualizados con el IPC a precios de junio de 2022.

Sin embargo, con una reducción del 99% del máximo nivel de turbiedad, Coliformes totales y E-coli que permita cumplir con los valores aceptables de 2 NTC y 0 respectivamente, definidos en la Resolución 2115 de 2017, se tendrían costos evitados a precios de junio de 2022 de \$ 179.225.364.

Como es posible observar el deterioro de la calidad del agua con lleva a una disminución en el bienestar que puede ser valorada monetariamente por medio del incremento de los costos incurridos para el tratamiento de agua para consumo humano, este caso puntual de los insumos químicos.

<sup>1</sup> INFORME FINAL DE AUDITORIA ESPECIAL A LA GESTION DEL RECURSO HIDRICO E INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS A TRAVÉS DE LA SECRETARIA DE SERVICIOS PUBLICOS EN EL MUNICIPIO DE ARAUQUITA - [https://contraloriadearauca.gov.co/sitio/images/AUDITORIA\\_AMBIENTAL\\_INF\\_FINAL\\_\\_ARAUQUITAok.pdf](https://contraloriadearauca.gov.co/sitio/images/AUDITORIA_AMBIENTAL_INF_FINAL__ARAUQUITAok.pdf); y Acuerdo 012 de 2020 "Por medio del cual se aprueba el presupuesto de ingresos y gastos de la Empresa Municipal De Servicios Públicos De Arauca EMSERPA E.I.C.E.E.S.P para la vigencia fiscal comprendida entre el 1 de enero y 31 de diciembre de 2021" - <https://www.emserpa.gov.co/sitio/es/informes/category/111-a%C3%B1o-2021.html>;

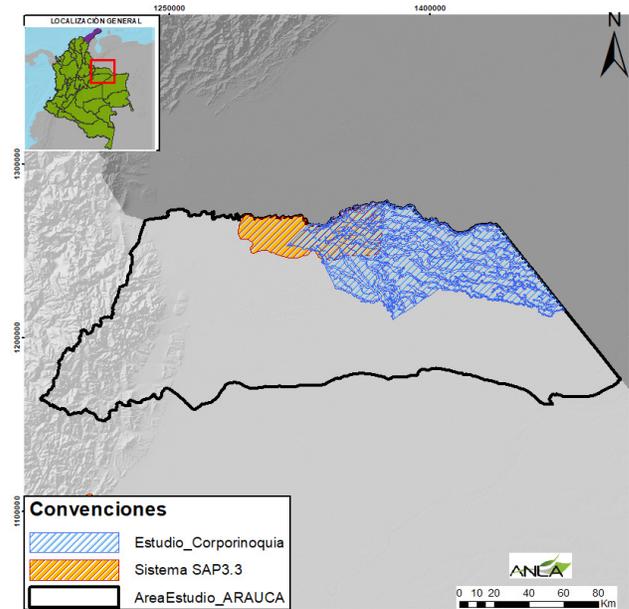
## HÍDRICO SUBTERRÁNEO- CONDICIÓN REGIONAL

El área de estudio se encuentra ubicada en las provincias hidrogeológicas Llanos Orientales - 9 y Cordillera Oriental - 6 (IDEAM, 2010), donde, a su vez, se encuentra el sistema acuífero SAP 3.3 Arauca-Arauquita, el cual cubre una extensión del 6,9% del área de estudio y, según el IDEAM en 2014, se considera de interés particular para el abastecimiento público y para las actividades económicas de la región con un nivel óptimo de conocimiento para su gestión. Por otro lado, en el área de estudio se cuenta con un estudio hidrogeológico realizado por CORPORINOQUIA en 2014 el cual abarca el 25,5% del área del reporte y cuyo objetivo fue “Realizar el Estudio Hidrogeológico para identificación y Delimitación de Zonas de Recarga de Acuíferos Para Abastecimiento del Recurso Hídrico en el Municipio de Arauca” en donde se indica que las principales unidades hidrogeológicas someras están asociadas a los depósitos cuaternarios, aluviales recientes, llanuras aluviales y eólicos. A continuación, en la **Ilustración 49** se presenta la distribución del área del estudio de Corporinoquia, del sistema acuífero SAP 3.3 Arauca-Arauquita Vs el área del reporte.

Como se evidencia en la Ilustración 50 el 70% del área de estudio no cuenta con información de caracterización del recurso y la información hidrogeológica con la que se dispone no presenta el detalle y Especificidad necesarios tal que se pueda conocer y entender el comportamiento y distribución del agua subterránea en el área de estudio. Por lo anterior, es muy importante que las entidades encargadas del conocimiento hidrogeológico del territorio (SGC, CORPORINOQUIA e IDEAM) realicen estudios en el área que permitan tener un conocimiento regional y local del comportamiento y distribución del agua subterránea.

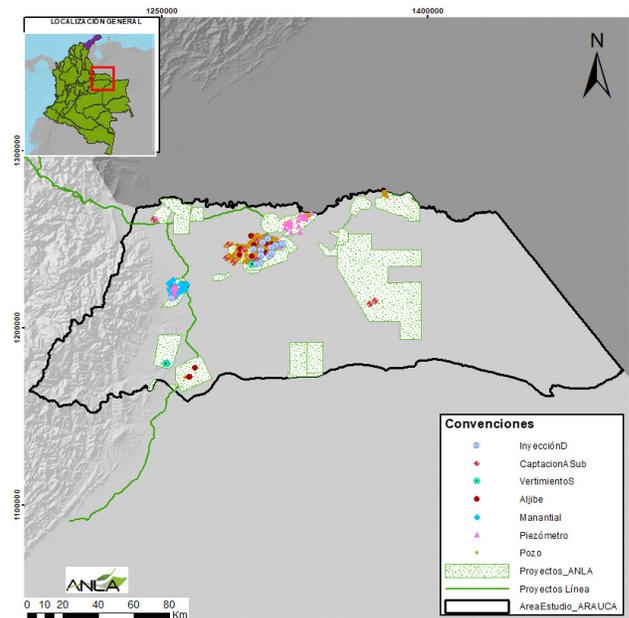
Es importante resaltar que actualmente en el área de estudio se identificaron, a través de la base de datos corporativa de ANLA, un total de 899 puntos hidrogeológicos, representados en 20 aljibes, 63 manantiales, 706 pozos y 110 piezómetros, los cuales se distribuyen específicamente en las áreas de influencia de los proyectos tal y como se presenta en la Ilustración 50. Respecto a las concesiones y permisos se realizan las siguientes consideraciones: en el área de estudio se encuentra autorizado el aprovechamiento de agua subterránea con un caudal total de 672,21 l/s, extraída a través de 60 concesiones otorgadas a 7 proyectos. Por otro lado, 3 proyectos cuentan con permiso de vertimiento al suelo, con un caudal total de vertimiento permitido de 8,3 l/s, y 3 proyectos cuentan con autorización para la inyección para disposición final. La distribución espacial de los permisos se presenta en la **Ilustración 29**.

**Ilustración 49** Distribución del sistema acuífero SAP 3.3 Arauca - Arauquita



Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración 50** Distribución espacial de puntos hidrogeológicos en el área de estudio



Fuente: ANLA, 2022.



## ANÁLISIS DE TENDENCIA HIDROGEOLÓGICA

A partir de la compilación de los monitoreos reportados por los POA en el área de estudio entre los años 2016 - 2021, se realizó un proceso de calidad en donde fueron extraídos los datos que se encontraban acorde a los requerimientos de información por parte de la entidad, tanto en el proceso de licenciamiento como en el de seguimiento, suprimiendo del análisis aquella información duplicada que pudiera generar errores en la interpretación de los datos, finalmente, una vez obtenida la información verificada correspondiente al recurso hídrico subterráneo para cada uno de los proyectos, se agrupó en una sola matriz para su consolidación. Uno de los hallazgos encontrados durante dicho proceso fue la escasa información hidroquímica disponible para muchas de las variables básicas para realizar un análisis de calidad del agua subterránea, teniendo en cuenta que solo 8 caracterizaciones de 224 disponibles contaban con datos de iones mayoritarios, por lo anterior y con el fin de maximizar la interpretación de los datos disponibles, se hizo un análisis teniendo en cuenta el área del proyecto dado que todos los puntos hidrogeológicos disponibles están ubicados sobre los depósitos cuaternarios. El presente análisis de tendencia se hace sobre el área de influencia de los proyectos y no particularmente sobre un determinado punto hidrogeológico.

Para el análisis de tendencia de calidad fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea se descartaron los puntos que tuvieran menos de tres caracterizaciones fisicoquímica realizadas en el tiempo, caracterizaciones incompletas y finalmente que no cumplieran un error de balance iónico  $\pm 15\%$ .

En total, 8 proyectos representados en 93 puntos hidrogeológicos contaban con al menos una caracterización, para un total de 224 caracterización compiladas. Posterior al filtro de las condiciones establecidas para el análisis, 217 caracterizaciones cumplían con las condiciones establecidas, las cuales se asociaron a 4 proyectos representados en 47 puntos hidrogeológicos tal y como se describe en **la Tabla** .

**Tabla 15.** Caracterizaciones fisicoquímicas para el análisis de calidad del agua subterránea

Expediente	Puntos Hidrogeológicos	No de Caracterizaciones
LAM0214	6	11
LAM0252	28	138
LAM1901	9	19
LAM3368	4	49

**Fuente:** ANLA, 2022.

Para el análisis se construyeron gráficas que comparan parámetros asociados con hidrocarburos, salinidad orgánicos y metales. A continuación, se hace un análisis de la calidad del agua subterránea en cada uno de los 4 proyectos.

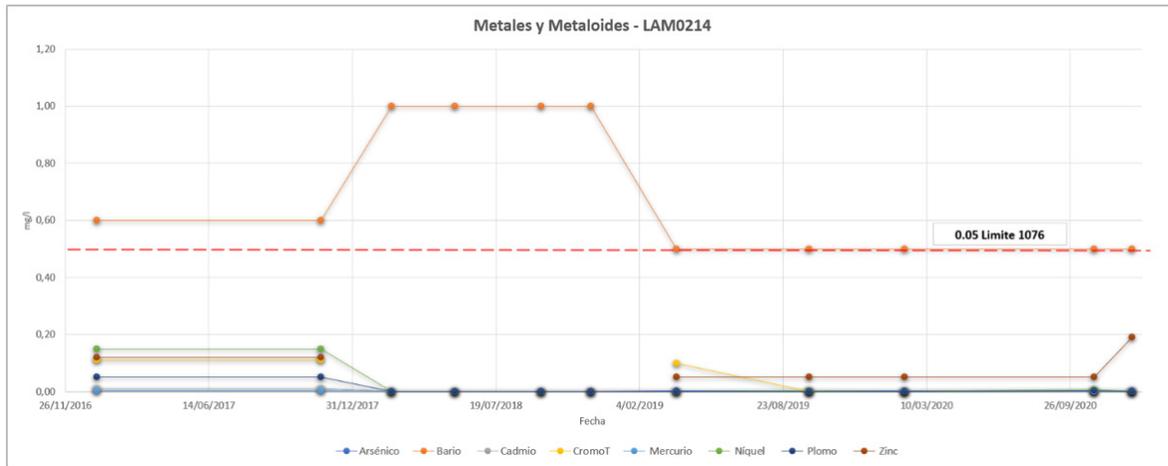
### ● Expediente – LAM0214

Para el análisis tendencial del agua subterránea para este proyecto se contaron con 11 caracterizaciones tomadas en 4 piezómetros con un rango temporal de 2017 a 2020. Con los datos disponibles se analizaron los parámetros asociados a metales y metaloides, la salinidad, variables orgánicas e hidrocarburos. A continuación, se presentan los análisis y hallazgos encontrados:

Para el análisis de metales y metaloides se consideró el límite de 0.05 mg/l, establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4. los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y domestico decreto 1076 de 2015, como valor comparativo. En la **Ilustración 51** se puede evidenciar que en los registros de los años 2017 a 2019 el único metal que supera el valor de referencia fue el Bario, que presentó un leve aumento en dicho periodo y que a 2020 disminuye nuevamente. Dicho comportamiento puede estar relacionado con los cambios en los límites de detección del método, con lo cual no es posible establecer una afectación en el recurso.



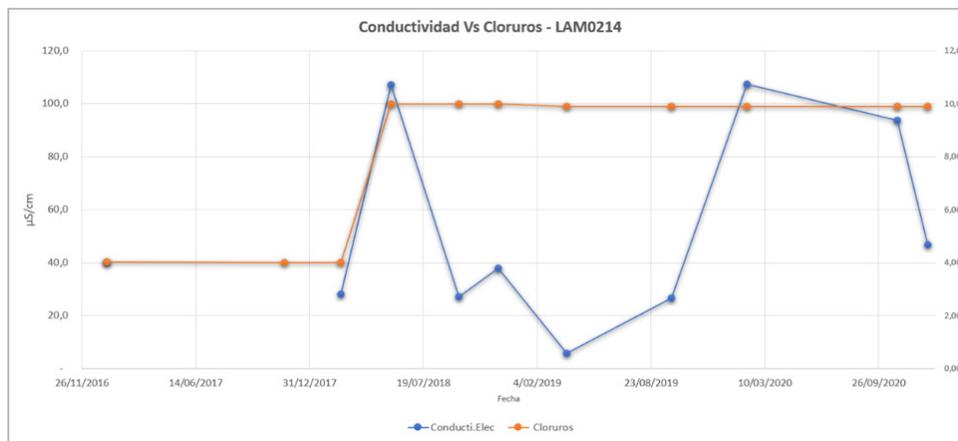
**Ilustración 51** Comportamiento metales y metaloides – expediente LAM0214



Fuente: ANLA, 2022.

Respecto a los parámetros asociados a la salinidad, solo se contó con registros de conductividad eléctrica y del anión cloruro, los resultados representados en la **Ilustración 52** evidencia que las aguas tienen niveles bajos de conductividad, lo cual indica niveles bajos de salinidad correspondientes aguas recientes de recarga directa y que están presentes en los primeros metros de los depósitos cuaternarios, donde las concentraciones de cloruros son bajas, lo que es consecuente dado que los puntos de monitoreo son piezómetros. Por lo anterior, según los registros y el análisis realizado, hasta el año 2020 no se evidencia en el área de influencia un impacto al componente hídrico subterráneo con efectos relacionados a la salinidad del agua subterránea.

**Ilustración 52** Comportamiento Conductividad vs. Cloruros – expediente LAM0214

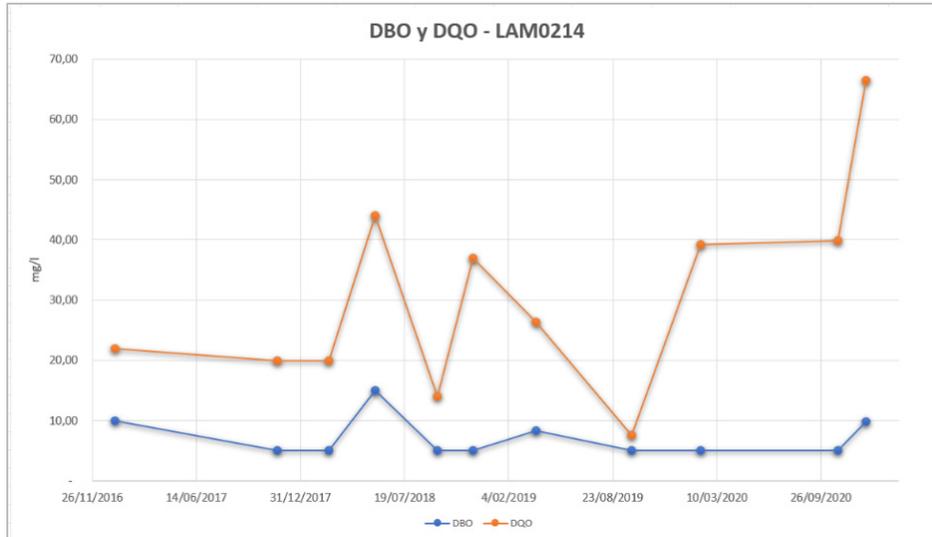


Fuente: ANLA, 2022.

Respecto a la demanda química y bioquímica del oxígeno, no se espera que estos parámetros se identifiquen en aguas subterráneas dado los niveles bajos de oxígeno disuelto que estas tienen generalmente, sin embargo, para este caso se evidencia un aumento de la DQO con el tiempo, llegando en 2020 a valores de 70 mg/l (ver Ilustración 53), lo que indica que, en primera instancia, hay un intercambio de oxígeno importante entre el acuífero y la atmósfera y, en segunda instancia, que se presenta un aumento en la concentración de sustancia inorgánicas susceptibles a oxidación.



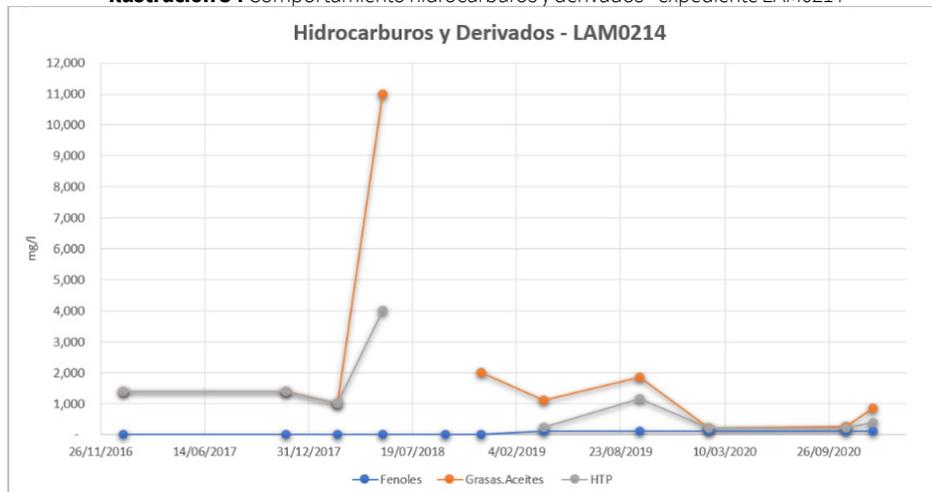
**Ilustración 53** Comportamiento DBO y DQO – expediente LAM0214



Fuente: ANLA, 2022.

Respecto a los parámetros asociados a hidrocarburos, se identifica que hubo un pico de concentración de 12 mg/l en grasas y aceites pero que estas bajaron posterior al pico, a su vez, no se evidenció un cambio importante en la concentración de fenoles e hidrocarburos totales, los cuales, estuvieron en la mayoría de los registros por debajo de límite de detección del método (**ver Ilustración**).

**Ilustración 54** Comportamiento hidrocarburos y derivados - expediente LAM0214



Fuente: ANLA, 2022.

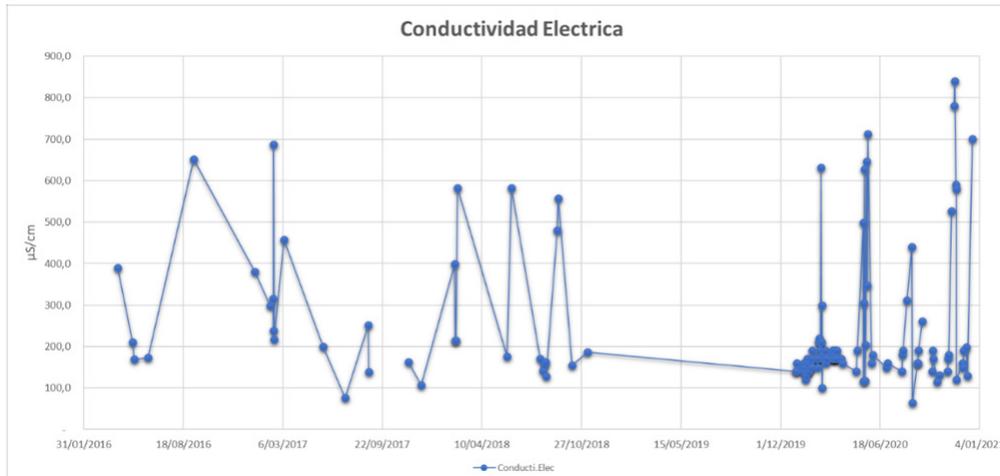
● **LAM0252**

Para el análisis tendencial del agua subterránea para este proyecto se contaron con 138 caracterizaciones tomadas en 38 piezómetros con un rango temporal de 2016 a 2021. Con los datos disponibles se analizaron los parámetros asociados a la salinidad e hidrocarburos. A continuación, se presentan los análisis y hallazgos encontrados.

Según los datos registrados en la Ilustración 55 se evidencia que la conductividad eléctrica por se tiene un aumento de 400 a 800 y 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , que, aunque no son valores altos que indiquen una salinidad del agua subterránea, si se evidencia un aumento progresivo con el tiempo, por lo cual es importante hacer seguimiento a este parámetro con el fin de tener información que permita emitir alertas tempranas en caso de que los valores de conductividad aumenten los 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



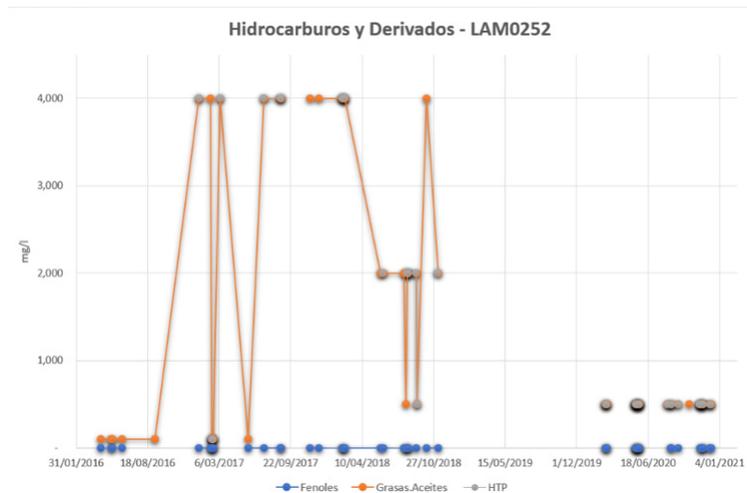
**Ilustración 55** Comportamiento conductividad eléctrica – expediente LAM0252



**Fuente:** ANLA, 2022.

Respecto a los parámetros asociados a los hidrocarburos, en la **Ilustración 56** se evidencia que hubo un aumento en la concentración de grasas y aceites leves hasta los 4 mg/l, que es una concentración baja y que al 2021 se bajó a niveles del límite de detección del método de cuantificación. No se evidencia una afectación por hidrocarburos según los datos registrados.

**Ilustración 56** Comportamiento Hidrocarburos y Derivados – expediente LAM0252



**Fuente:** ANLA, 2022.

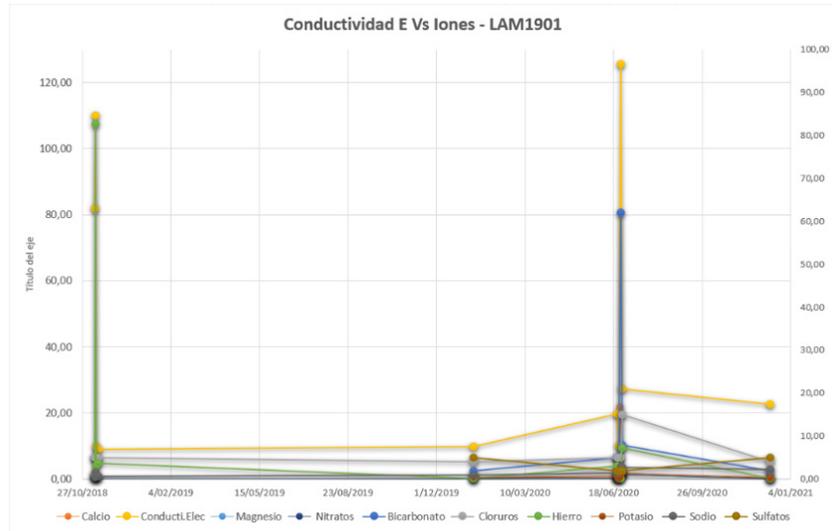
● **LAM1901**

Para el análisis tendencial del agua subterránea para este proyecto se contaron con 10 caracterizaciones tomadas en 5 manantiales y 2 piezómetros con un rango temporal de 2018 a 2020. Con los datos disponibles se analizaron los parámetros asociados a metales y metaloides, la salinidad y variables microbiológicas. A continuación, se presentan los análisis y hallazgos encontrados.



Siendo este proyecto el único que contaba con datos de concentraciones iones mayoritarios en el agua subterránea, se pudo evidenciar que la facie del agua subterránea es bicarbonatada cálcica, correspondientes aguas jóvenes de recarga directa y poco mineralizadas, lo cual es consecuente con los valores de la conductividad eléctrica registrados que, a pesar de los dos picos que se evidencian en la gráfica, son valores bajos que respaldan la hipótesis de baja mineralización y tiempos cortos de residencia (**ver Ilustración 57**).

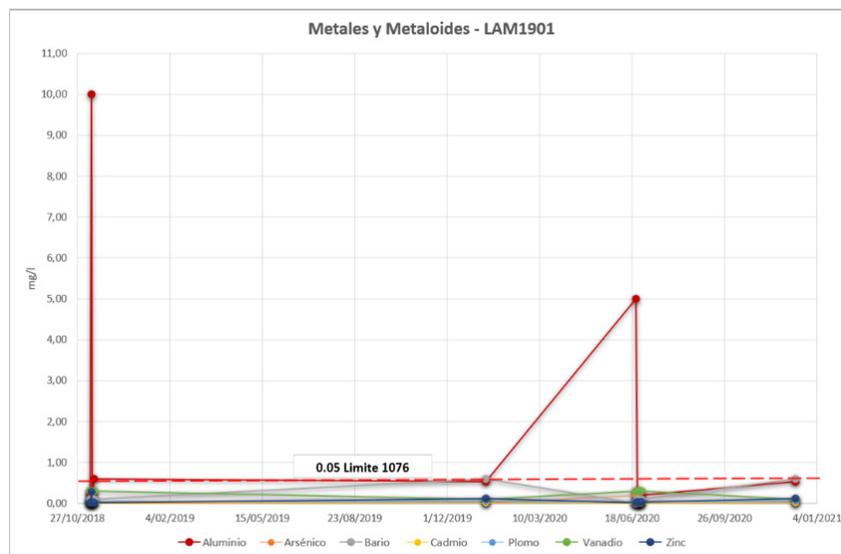
**Ilustración 57** Conductividad vs. Iones – expediente LAM1901



**Fuente:** ANLA, 2022.

Para el análisis de metales y metaloides se consideró el límite de 0.05 mg/l, establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4. los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y domestico decreto 1076 de 2015. En la **Ilustración 58** se puede evidenciar que, a pesar de los dos picos de aluminio identificados, todos los valores para los metales registrados están por debajo del límite de detección del método y por ende del límite del criterio de calidad.

**Ilustración 58** Comportamiento Metales y metaloides – expediente LAM1901

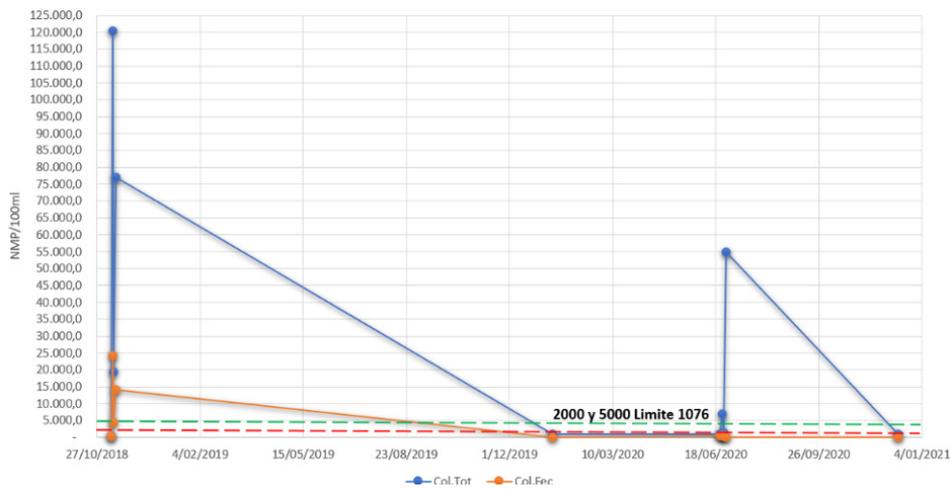


**Fuente:** ANLA, 2022.



En los diferentes registros se evidencia una concentración importante de coliformes totales y fecales, que, como referencia se contemplan los límites establecidos en el decreto 1076 de 2015 para la destinación del recurso coliformes fecales de 2000 NMP/100ml y 5000 NMP/100ml para coliformes totales. Para los coliformes totales se evidencian concentraciones del orden de 120 mil a 60 mil NMP/100ml, y a su vez de fecales del orden de 15 mil y 25 mil (ver Ilustración 59). Es importante mencionar que, aunque este proyecto cuenta con permiso de vertimiento al suelo de aguas residuales domesticas tratadas por aspersión, actualmente no está en uso dado que la empresa entrega estas aguas a terceros autorizados. Sin embargo, es importante imponer una medida respecto a la remoción de coliformes en caso de que se llegue verter agua residual doméstica tratada al suelo en el marco del permiso vigente. Por otro lado, es importante considerar que el aporte de coliformes a las aguas subterráneas puede también ser por actividades ajenas al proyecto como por ejemplo ganadería o algún tipo de contaminación difusa

**Ilustración 59** Comportamiento Coliformes totales y fecales – expediente LAM1901



Fuente: ANLA, 2022.

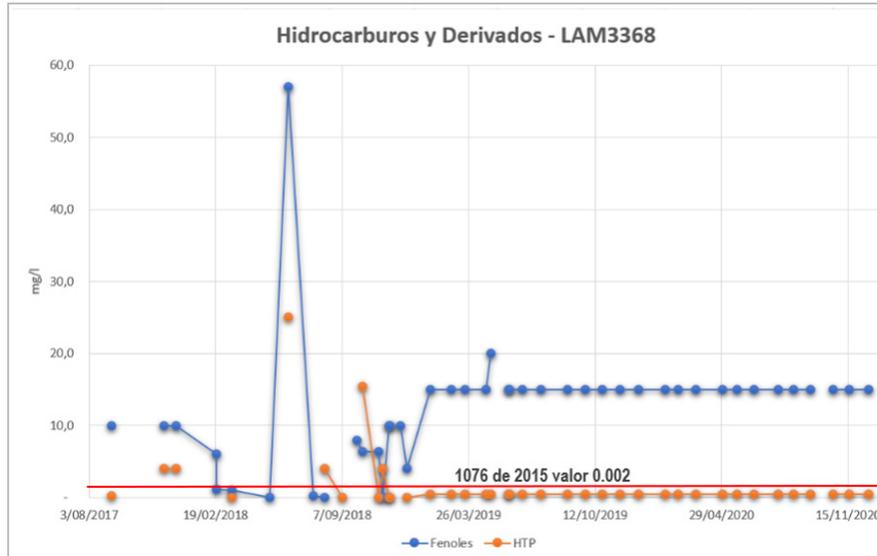
### ● LAM3368

Para el análisis tendencial del agua subterránea para este proyecto se contaron con 49 caracterizaciones tomadas en 1 pozo y 3 piezómetros con un rango temporal de 2017 a 2020. Con los datos disponibles se analizaron los parámetros asociados a hidrocarburos. A continuación, se presentan los análisis y hallazgos encontrados.

Para el análisis de los fenoles se consideró el límite de 0,002 mg/l establecidos en el artículo 2.2.3.3.9.4. los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y domestico decreto 1076 de 2015. El fenol es un compuesto caracterizado por tener un grupo hidroxilo unido a un anillo de benceno, el cual, es altamente tóxico por lo que los límites de presencia de este compuesto para la destinación del recurso son muy bajos como se estableció en el decreto 1076 de 2015. Con base en los anterior, se evidencian concentraciones muy altas en los registros de 2019 y 2020, con valores de 15 mg/l superando ampliamente los limites considerados (ver Ilustración 60). Por ello es importante hacer un estudio específico en el marco del seguimiento de este proyecto identificando los niveles actuales en el agua subterránea, el origen de estos y el tratamiento a considerar.



**Ilustración 60** Comportamiento Hidrocarburos y derivados – LAM3368



*Fuente:* ANLA, 2022.

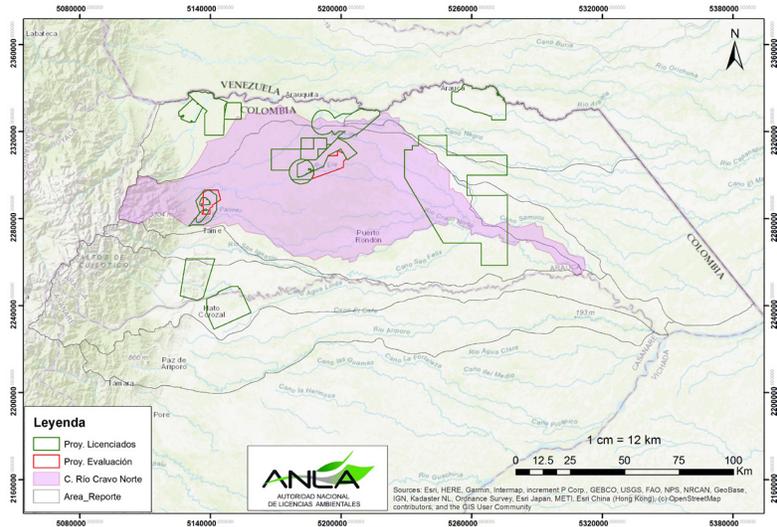
Debido a la ausencia de información hidroquímica representativa en toda el área regionalizada, los hallazgos que se enuncian en el presente análisis de tendencia corresponden a las áreas de influencia de los proyectos pero que estas no son representativas de toda el área, por lo que es importante que se amplíe el conocimiento hidroquímico de las unidades hidrogeológicas presentes en el área regionalizadas. Respecto a los hallazgos se destaca la presencia de coliformes en el agua subterránea que puede ser aportados por otro tipo de actividades, a su vez se evidencia algunas variaciones en parámetros asociados a hidrocarburos, metales y metaloides.



## MODELACION HIDROGEOLÓGICA

Para el desarrollo del ejercicio de modelación del reporte se consideró de forma conjunta el componente hídrico superficial e hídrico subterráneo, para lo cual fue seleccionada la cuenca hidrográfica del río Cravo Norte, sobre la cual se localizan varios proyectos de competencia de la ANLA, la cual se presenta en la **Ilustración 61**. Este ejercicio fue desarrollado en el Software Mike She, que permite simular el comportamiento de los flujos superficiales, la zona no saturada y su interacción con la zona saturada, permitiendo estimar la recarga real que, por efectos de la precipitación, llega a los acuíferos.

**Ilustración 61** Área de modelación hídrica superficial y subsuperficial.



**Fuente:** ANLA, 2022.

Para la implementación del modelo se utilizaron datos de precipitación y temperatura registrados por estaciones del IDEAM entre los años 2005 a 2020, el Mapa de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (2010-2012) 2014, generado por el IDEAM, el mapa de suelos de la FAO con sus características hidráulicas y el mapa de geológico de Colombia, esto debido a limitantes en el acceso a información regional que no permitieron contar con información secundaria más detallada de la zona. Lo anterior, aunado a la extensión del área de modelación y las capacidades computacionales actuales, permitió establecer una malla de modelación de 500 x 500 metros, generando resultados no tan detallados.

La primera simulación realizada se desarrolló para entre los años 2005 y 2020, periodo en el cual se calibró y validó el modelo en relación con los datos registrados en la estación de hidrométrica a la salida de la cuenca. No obstante, no se realizó calibración en relación con los niveles piezométricos ya que no se cuenta con información histórica de los puntos de agua subterránea existentes en la zona de modelación, que permitan una calibración en relación con este parámetro, por lo que los resultados que se van a presentar se enfocan en la estimación de la recarga en el área.

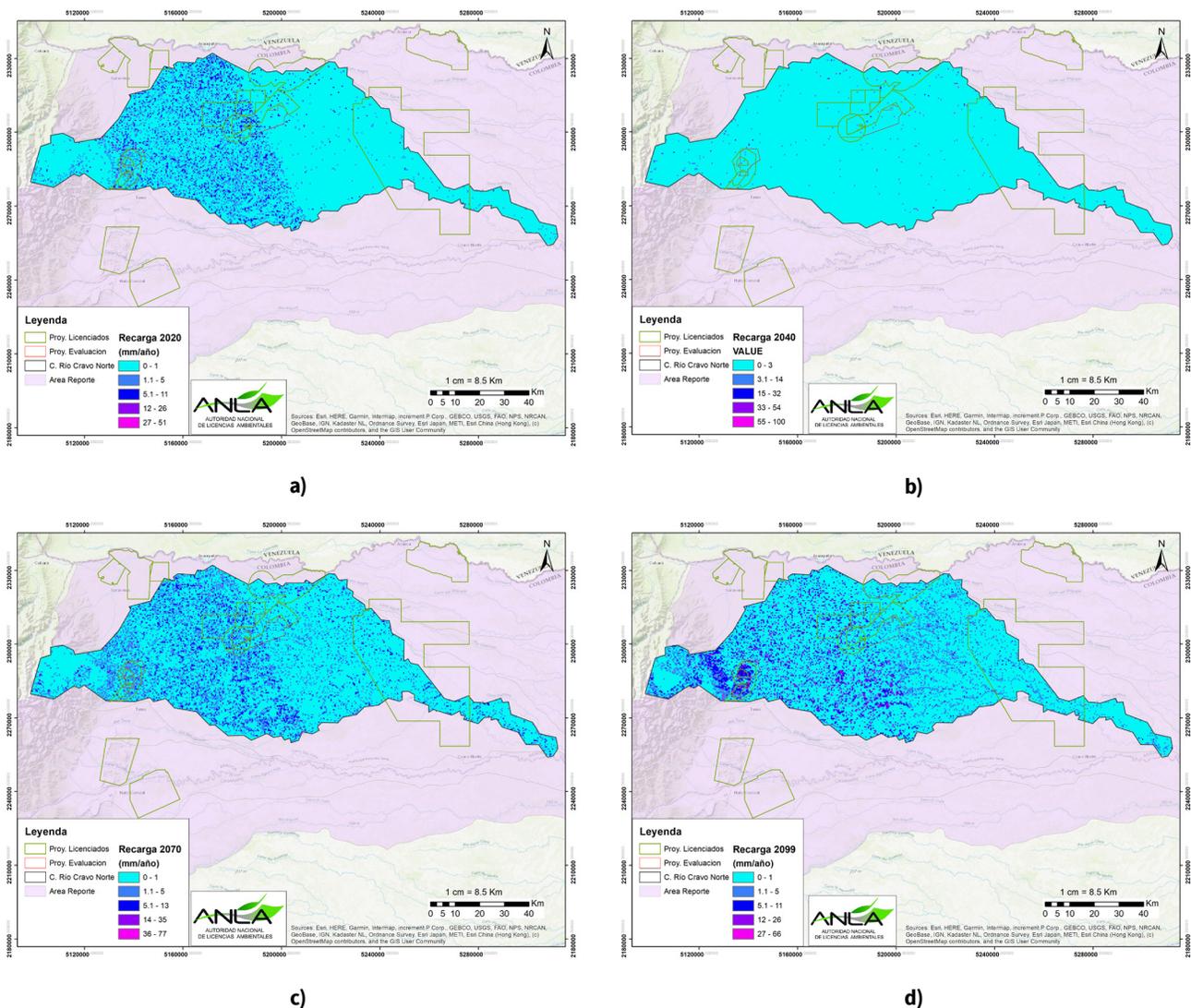
Para la realización de escenarios de simulación de cambio climático y sus posibles afectaciones en la recarga efectiva que llegaría a las aguas subterráneas, se utilizaron las proyecciones de cambio climático generadas por el Experimento Coordinado de Regionalización o CORDEX (The Coordinated Regional Downscaling Experiment) es un proyecto del WRC-World Climate Research Programme, el cual ha definido escenarios que contemplan factores de crecimiento poblacional, tecnológico, económico e industrial, entre otros, los cuales están relacionados directamente con las emisiones de gases de efecto invernadero, teniendo como base la información oficial los escenarios de cambio climático vigentes se han denominado “Camino Representativo de Concentración” (RCP). Para la simulación de los efectos del cambio climático en la cuenca del río Cravo Norte, se seleccionaron los datos del escenario más crítico RCP 8.5, para los años 2040, 2070 y 2099, de los cuales se obtuvieron datos de precipitación y temperatura.

Los resultados de la modelación hídrica subterránea permiten observar resultados espaciotemporales de la recarga, generando un mapa de la recarga para cada día simulado. Por lo anterior los resultados presentados para los años 2020, 2040, 2070 y 2099 (**ver Ilustración 62**), corresponden a los valores de recarga incremental al 31 de diciembre para cada uno de los años, en



la siguiente figura se presentan los mapas de recarga. El mapa a presenta los resultados para el año 2020, donde se observa predomina una recarga mínima entre 0 a 1 milímetros, en la zona centro occidental de la cuenca se presentan recargas entre 1 y 11 milímetros, y la recarga máxima fue de 51 mm y se presenta en pocas celdas del área modelada. El mapa b, presenta los resultados para el primer escenario de cambio climático simulado, que corresponde al año 2040; donde se observa que los cambios en la precipitación y temperatura en la zona generan cambios en la distribución de la recarga y que predominan valores de recarga entre 0 y 3 milímetros; si bien en este escenario se presenta una recarga máxima entre 55 y 100 milímetros, se observa que se presenta en muy pocas celdas del área modelada. En relación con el mapa c, se muestra la recarga para el segundo escenario que corresponde al año 2070, donde se observa un comportamiento semejante al del año 2020 con un incremento en los valores de recarga; sin embargo, continúa predominando en el área la recarga mínima entre 0 y 1 milímetro. En este escenario se alcanza una recarga máxima de 77 milímetros, que se localiza en pocas celdas del área modelada. Finalmente, el mapa d presenta los resultados de la recarga para el tercer escenario, el cual simula los efectos del cambio climático para el año 2099. En este se observa, al igual que para el año 2020 y 2070 valores de recarga mayores al occidente de la cuenca; si bien predomina la recarga mínima entre 0 y 1 milímetros se presentan valores de recarga de hasta 66 milímetros; es de destacar que en la zona del expediente LAM1901 (Campo Capachos) se identifican áreas de recarga y se localizan celdas con valores máximos, al igual que en la zona central de la cuenca.

**Ilustración 62** Recarga efectiva cuenca río Cravo Norte. **a)** Año 2020, **b)** año 2040, **c)** año 2070, y **d)** año 2099.



Fuente: ANLA, 2022.



Acorde a los resultados obtenidos se puede concluir que la zona de recarga del área de modelación se localiza al occidente de la cuenca y que, pese a contar con una topografía suave, no son las partes llanas las que facilitan la recarga; identificando que son las características hidráulicas de los suelos y la cobertura vegetal las que generan mayor influencia. De igual forma es importante resaltar que pese a los cambios que se generan en las precipitaciones y en la temperatura por efectos del cambio climático, solo se identifica en el primer escenario (año 2040) una disminución significativa en la distribución de la recarga, que pese a presentar valores más altos en algunas celdas del área modelada en relación con los demás escenarios, se destaca una recarga mínima inferior a 3 milímetros en la zona, siendo este el escenario más crítico encontrado.

Por otro lado, se ha identificado que el expediente LAM1901 (Campo Capachos) se localiza en un área con potencial de recarga y donde en la mayoría de los escenarios simulados se localizan las mayores recargas, lo que indica que es importante que las medidas de manejo de este proyecto y otros que se ubiquen en zonas con las mismas características faciliten la protección de las coberturas vegetales y un adecuado manejo de las contingencias que se puedan presentar, de forma que se reduzca la probabilidad de impactos en la calidad de las aguas subterráneas en caso de un derrame de hidrocarburo o cualquier otro fluido.

## • **ATMOSFÉRICO – CONDICIÓN REGIONAL CALIDAD DE AIRE**

### ▶ **Caracterización de calidad de aire**

Se realizó el análisis de tendencia multitemporal para los contaminantes PM10 y PM2,5 del año 2017 al año 2021, en donde para el primer contaminante se realizaron campañas de monitoreo en diez (10) proyectos, los cuales sectorialmente corresponden a (9) de hidrocarburos y (1) de minería. El contaminante PM2,5 fue monitoreado por (6) proyectos de hidrocarburos y (1) de minería.

La condición regional atmosférica para calidad de aire fue obtenida a partir de las concentraciones promedio de las campañas de monitoreo de calidad de aire indicativas de PM10 y PM2,5, en donde las concentraciones que representan excedencias respecto a los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se clasificaron en condición “Alta” de color azul oscuro; las concentraciones promedio entre el 80% de la norma y el nivel máximo permisible se clasificaron en condición “Media” color de verde y las concentraciones promedio menores al 80% de norma se clasificaron como condición “Baja” color amarillo.

#### ● **La condición regional atmosférica PM10 “Alta” se presentó en tres (3) proyectos ubicados en el departamento de Arauca (ver Ilustración 63).**

- ✓ El proyecto “LAM1821 Explotación de arena en el Río Arauca”, ubicado en el municipio de Arauca para monitoreo del 2018 se realizaron (2) puntos de monitoreo en donde uno presentó como resultado del promedio indicativo de campaña por encima de la norma anual y (2) de las (18) muestras presentaron sobrepaso normativo diario. En los monitores para los años 2019 y 2020 no se presentaron sobrepasos indicativos de la norma anual.

- ✓ Para la campaña de monitoreo indicativa realizada en el año 2017 en el proyecto “LAM0214 Campo Arauca”, ubicado al noroccidente del departamento de los (3) puntos de monitoreo (1) presentó excedencia indicativa de la norma anual y para este punto no se presentó ninguna excedencia en la norma diaria. Para los años de 2018 a 2020 no se presentaron excedencias en este proyecto, para este contaminante.

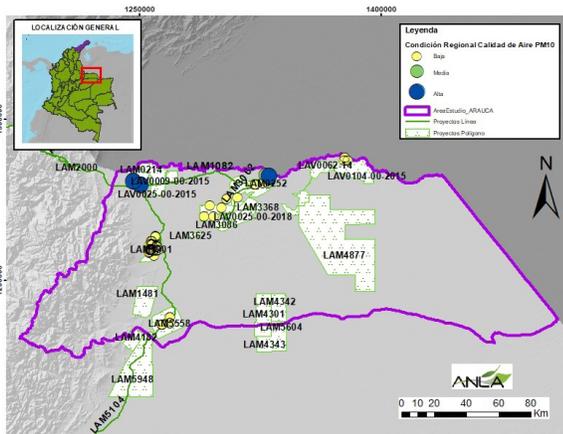
- ✓ Para el proyecto “LAM5104 Construcción y operación del oleoducto Araguañey – Banadia” para la campaña de monitoreo indicativa realizada en el año 2019 de los (2) puntos de monitoreo (1) presentó excedencia indicativa de la norma anual y para este punto no se presentó ninguna excedencia en la norma diaria. Para el año 2020 no se presentaron excedencias en este proyecto, para este contaminante.

#### ● **La condición regional atmosférica PM2,5 “Alta” se presentó en dos (2) proyectos ubicados en el departamento de Arauca (ver Ilustración 64).**

- ✓ El proyecto “LAM0214 Campo Arauca” para la campaña de monitoreo indicativa realizada en el año 2018, de los (3) puntos de monitoreo (1) presentó excedencia indicativa de la norma anual y para este punto se presentaron cuatro (4) excedencias en la norma diaria. Para la campaña de monitoreo indicativa realizada en el año 2019, de los (3) puntos de monitoreo (1) presentó excedencia en la norma anual y para este punto se presentaron dos (2) excedencias en la norma diaria. Para los años de 2017 y 2020 no se presentaron excedencias en este proyecto, para este contaminante.

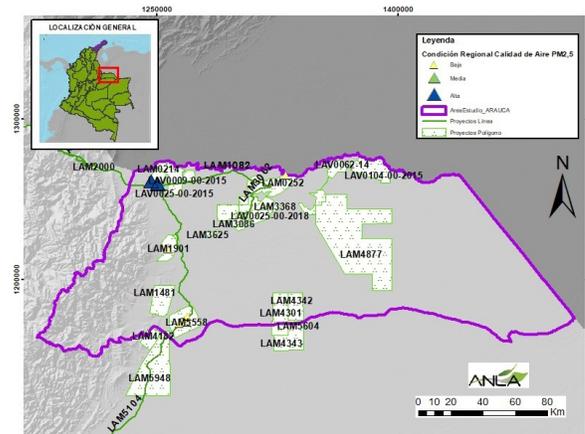


**Ilustración 63** Concentraciones de PM10 anual



Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración 64** Concentraciones con PM2,5 anual



Fuente: ANLA, 2022.

- ✓ En el proyecto “LAM5104 Construcción y operación del oleoducto Araguaney – Banadia”, para el año 2020 se realizaron dos (2) campañas indicativas de calidad de aire en este proyecto, en la campaña del primer semestre se presentó sobrepaso normativo indicativo de la norma anual en dos (2) puntos monitoreados y para los estos puntos se presentaron nueve (9) sobrepasos de la norma diaria. Para el segundo semestre del 2020 no se presentaron sobrepasos normativos indicativos en los dos (2) realizados y solo una estación reporto un sobrepaso en la norma diaria.
- ✓ Para los contaminantes gaseosos (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>) la condición ambiental es baja, debido a que en los resultados de los monitoreos realizados por los proyectos licenciados no presenta excedencias a nivel indicativo, por lo que se concluye que la condición ambiental para los contaminantes gaseosos es baja.

## ▶ Modelación de calidad de aire – PM10 y NO<sub>2</sub>

Se desarrollaron modelos de calidad del aire (PM10 y NO<sub>2</sub> Anual) para diferentes zonas del área de reporte en un único escenario que pretende representar el estado actual. Cada uno de los modelos incluyó información disponible de los expedientes, se adicionó concentración de fondo estimada según criterios técnicos del equipo de profesionales atmosféricos de la SIPTA, el aporte de los proyectos con inventario de emisiones con medidas de manejo e información meteorológica producto de simulación WRF para el año 2021. El sistema de modelación usado fue AERMOD V 21112 de la US EPA.

Para la construcción del modelo se priorizaron los proyectos activos en explotación, los cuales por la duración y magnitud pueden representar un mayor aporte en la significancia del impacto alteración a la calidad del aire. Los proyectos se encuentran relativamente alejados unos de otros por lo que el área de estudio se dividió finalmente en 4 zonas de modelación, la primera contiene el Campo Caño Limón (LAM0252), la segunda contiene el Campo Arauca de Ecopetrol (LAM0214) y la Estación de Bombeo Banadia del Oleoducto Caño Limón Coveñas de CENIT (LAM1082), La tercera zona contiene los campos Caricare (LAM3368) y Cosecha (LAV0069-00-2018) este último aun no

cuenta con información suficiente en los radicados para generar un modelo, la última zona de modelación contiene solo el campo Capachos (LAM1901) este finalmente tampoco cuenta con información suficiente en los radicados para generar un modelo por lo que esta zona no se modeló.

Al modelo fue incluida concentración de fondo constante, tanto de PM10 como de NO<sub>2</sub> (ver Ilustración 65 e Ilustración 66), esta proviene de los monitoreos de calidad del aire presentados por los proyectos y fue tomada de estaciones vientos arriba de la ubicación de cada una de las áreas de modelación, es de tener en cuenta que los valores corresponden a la mediana de las concentraciones 24 horas presentadas, la presencia de valores 24 horas de NO<sub>2</sub> indica el uso de métodos húmedos de medición (con soluciones absorbentes) por lo tanto los valores altos de concentración de fondo pueden estar influenciados por límites altos de detección del método, lo que incluye incertidumbre.

Las emisiones de las fuentes fijas corresponden principalmente a resultados de los muestreos isocinéticos o estimaciones de emisiones presentados por los mismos usuarios y disponibles en la Base de Datos Corporativa; en el caso de fuentes que



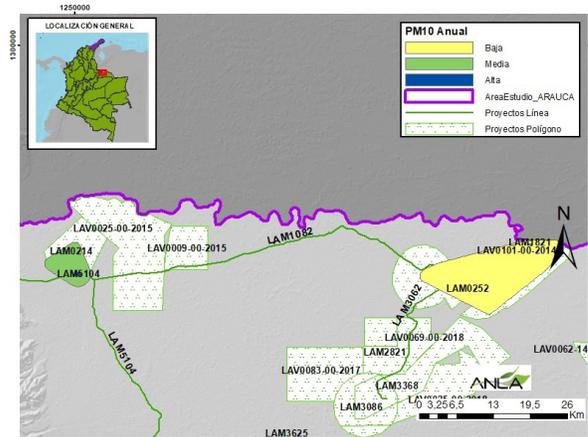
contaban con registros de ubicación, pero no de datos de carga de contaminante emitido, se homologaron con emisiones de fuentes similares que se encuentran en la Base de Datos Corporativa para la misma zona.

Respecto a las emisiones de fuente móviles al no contar con aforos se realizó un proceso de escalamiento de emisiones, el Centro de Monitoreo de los Recursos Naturales de la ANLA ha desarrollado modelos para zonas petroleras con mayor cantidad de información como las cuencas de Cusiana y Tillavá, se estimó una emisión de PM10 y NO2 por kilómetro y por número de pozos para las actividades de transporte de agua y personal, estos fueron multiplicados por el número de pozos y kilómetros de vía de cada uno de los campos modelados.

Los resultados de los modelos de calidad del aire fueron llevados a condición regional usando los mismos criterios de la sección anterior, sin embargo, al ser un modelo los datos son interpretados como probabilidad de que se presente una condición regional dada, Alta, Media o Baja y no como un dato absoluto.

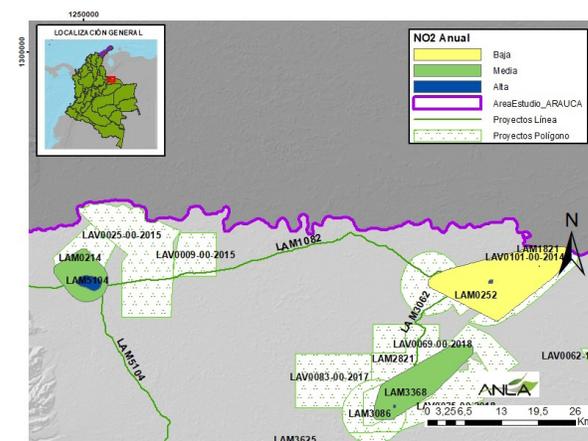
Los resultados muestran una mayor predominancia de probabilidad de condición regional baja en la primera zona de modelación, donde se ubica el campo Caño Limón, con pequeñas zonas de condición regional media y alta cerca de las fuentes de emisión; en la segunda y tercera zona de modelación se presenta en general una mayor probabilidad de condición regional media con zonas de probabilidad de condición regional alta cerca de las fuentes fijas. En general el modelo no predice aportes significativos a la condición regional para las fuentes móviles con la información escalada disponible, sin embargo, si se incluyeran aforos de los proyectos podría realizarse una mejor estimación.

Ilustración 65 PM10 anual – Estado actual



Fuente: ANLA, 2022.

Ilustración 66 NO2 anual – Estado actual



Fuente: ANLA, 2022.



## • ATMOSFÉRICO – CONDICIÓN REGIONAL RUIDO AMBIENTAL

### ▶ Monitoreos de ruido ambiental

La condición regional de ruido ambiental se estableció categorizando por rango los resultados obtenidos en cada una de las campañas de monitoreo teniendo en cuenta que el subsector de parques industriales es el más alto en el horario diurno y con 75,0 dB(A) y los más restrictivos que son de 45 dB(A), según lo establece la Resolución 627 de 2006 MAVDT. La condición definida como “Muy Alta” corresponde a los datos mayores a 75,1 dB(A) identificados en el mapa con color azul oscuro, la condición “Alta” está en el rango de 65,1 dB(A) a 75,0 dB(A) color azul claro y la condición “Moderada” en el rango de 55,1 dB(A) a 65,0 dB(A) color verde oscuro, la condición “Baja” en el rango de 45,1 dB(A) a 55 dB(A) y la condición “Muy Baja” los datos menores a 45 dB(A).

El ruido ambiental del área del reporte consideró datos provenientes del Modelo de Datos Geográfico de los monitoreos realizados por diez (10) proyectos Licenciados por ANLA, con datos entre los años 2017 a 2020, en donde se realizaron (471) mediciones en horario diurno y (314) mediciones en el horario nocturno. Los proyectos licenciados con monitoreos de ruido ambiental fueron desarrollados sectorialmente de la siguiente manera: hidrocarburos (9) y minería (1).

En el horario diurno se presenta la condición “Muy Alta” en tres (3) proyectos de la siguiente manera (ver Ilustración 67):

- ✓ **LAM1901:** con ocho (8) de sesenta y dos (62) mediciones en el año 2018. Para los monitoreos de los años 2019 y 2020 de este proyecto no se presentó la condición “Muy Alta”.
- ✓ **LAM0214:** con una (1) de las ocho (8) mediciones en el año 2018. Para los monitoreos de los años 2017, 2019 y 2020 de este proyecto no se presentó la condición “Muy Alta”.
- ✓ **LAV0083-00-2017:** con una (1) medición de (5) realizadas en el año 2017. Para este proyecto no hay datos de monitoreos en otros años.

Para el horario nocturno (ver Ilustración 68) se presenta la condición “Muy Alta” en un (1) proyecto de la siguiente manera:

- ✓ **LAM1901:** con dos (2) de las sesenta (60) mediciones en el año 2018. Para los monitoreos de los años 2019 y 2020 de este proyecto no se presentó la condición “Muy Alta”.

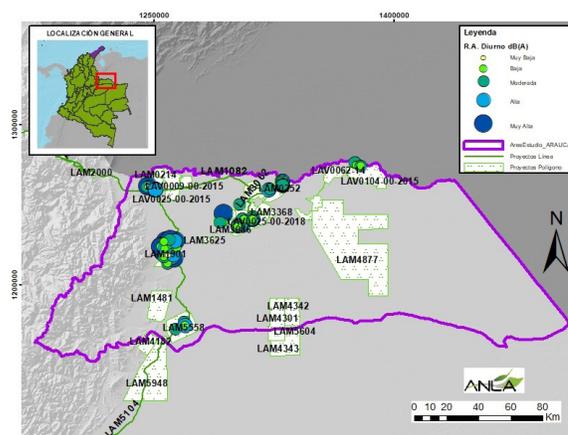
Por otro lado, la condición “Alta” presenta porcentajes bajos respecto al total de mediciones realizadas en donde para el horario diurno se obtuvo el 6% y para el nocturno el 9%. Tanto para el horario diurno como para el horario nocturno la condición “Baja” es la que se presenta en mayor porcentaje de acuerdo con las mediciones totales realizadas para cada horario, en donde el diurno obtuvo 46% y el nocturno 44% (ver Tabla 16).

Tabla 16. Condición regional – Ruido ambiental

Condición Regional	Horario			
	Diurno		Nocturno	
	# datos	%	# datos	%
Muy Baja	27	6%	23	7%
Baja	219	46%	139	44%
Moderada	187	40%	123	39%
Alta	28	6%	27	9%
Muy Alta	10	2%	2	1%
<b>Total</b>	<b>471</b>	<b>100%</b>	<b>314</b>	<b>100%</b>

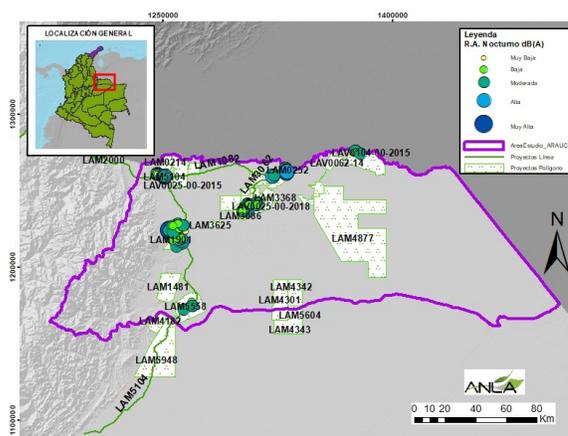
Fuente: ANLA, 2022.

Ilustración 67 Ruido ambiental diurno



Fuente: ANLA, 2022.

Ilustración 68 Ruido ambiental nocturno



Fuente: ANLA, 2022.





Los resultados obtenidos luego del cálculo de la emisión de ruido para el proyecto presentan valores en el rango de 35 dB(A) y 90 dB(A), los niveles más altos reportados están asociados a los sectores o zonas donde se encuentran las Teas (CPF 1 y 2), por tanto, para dicha zona se presentan condiciones de sensibilidad atmosférica en relación con ruido “Alta” debido a la categorización en la restricción.

En relación con los resultados se puede mencionar que, bajo las condiciones conceptualizadas del modelo, los niveles de ruido generados en toda la extensión del Área de Influencia de los proyectos evaluados no trascienden fuera de la misma, presentando niveles homogéneos en general, con incrementos en los niveles de presión sonora sobre zonas puntualmente localizadas al interior del polígono del expediente LAM0252.

## CARACTERIZACIÓN PAISAJE – CONDICIÓN REGIONAL

En el área regionalizada se encuentran diferentes tipos de paisaje que están asociados tanto a las condiciones geomorfológicas como a las coberturas de la tierra que allí se localizan. En el paisaje de montaña, en el sector occidental, se ubican principalmente bosques, mientras que, en el piedemonte, el lomerío y parte de la planicie que se extiende hacia el oriente, se concentran la mayoría de las actividades antrópicas, relacionadas a nivel regional con la localización de pastos para el desarrollo de actividades ganaderas; en contraste, hacia el sector oriental del área de estudio, las planicies se caracterizan por ser inundables, condición que restringe su intervención, y por tanto en esta zona predominan los herbazales.

De acuerdo con esta configuración, los paisajes que presentan mayor calidad escénica se vinculan a aquellos con relieve montañoso y pendientes pronunciadas, así como a la presencia de coberturas naturales asociadas especialmente a cuerpos de agua tanto lóticos como lénticos, a los cuales, además, se relacionan la mayoría de los sitios de interés paisajístico que identifican las comunidades que habitan en la zona.

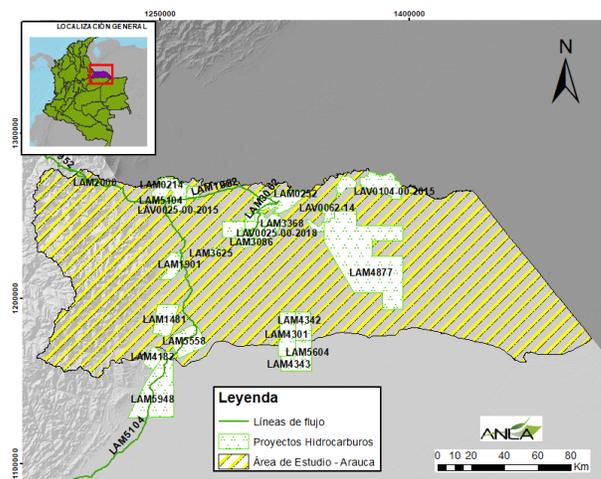
Por otra parte, es importante señalar que, frente a las afectaciones en el paisaje debido a la localización de elementos discordantes, es necesario considerar la ubicación de los observadores en relación con el paisaje intervenido, ya que los principales puntos de observación están constituidos por las vías que se disponen a lo largo del área regionalizada; lo anterior, teniendo en cuenta que la población se encuentra mayoritariamente dispersa y en algunos casos, en la ejecución de los proyectos, se disponen vías especialmente para el ingreso a las áreas de intervención cuya afluencia de observadores es reducida.

En términos de integridad escénica, el desarrollo de proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos, implican la localización de elementos discordantes que inciden en las condiciones regionales del paisaje. De un lado, asociados a la localización de líneas de flujo, las cuales abarca grandes extensiones que afectan visualmente el paisaje como resultado de la baja correspondencia cromática de estos elementos. Por otro lado, en la exploración y producción de hidrocarburos, se ubican elementos discordantes necesarios para la ejecución

de los proyectos (tanques de almacenamiento, campamentos, etc.), que contrastan con el paisaje adyacente, así mismo, su aglomeración incrementa el efecto visual negativo sobre las condiciones escénicas, lo cual ocurre especialmente con elementos tales como tanques, taladros y teas, cuyas características extienden su visibilidad y por tanto el rango de distancia en el que los efectos sobre el paisaje pueden ser percibidos.

Teniendo en cuenta la ubicación de los proyectos en el área regionalizada (**ver Ilustración 70**), donde el relieve favorece la visibilidad debido a las bajas pendientes, es la cobertura vegetal que reduce la exposición visual de los elementos discordantes. En las áreas donde la cobertura es predominantemente herbácea, la fragilidad visual del paisaje es mayor, por lo cual las coberturas arbóreas adquieren mayor importancia en el manejo paisajístico de las áreas intervenidas.

**Ilustración 70.** Localización de proyectos que modifican las condiciones escénicas del paisaje



Fuente: ANLA, 2022.



## CARACTERIZACIÓN MEDIO BIÓTICO - CONTINENTAL

### Estructura del paisaje

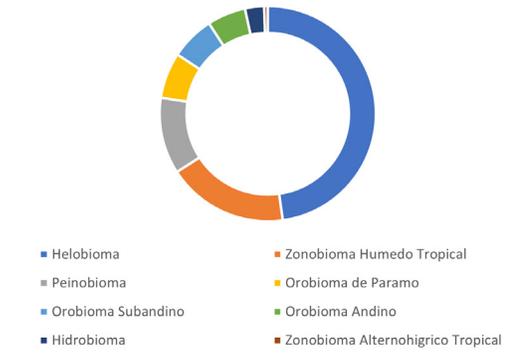
Dentro del área de estudio se encuentran 8 biomas (IDEAM, 2017), siendo el Helobioma el más representativo con el 47,8% (1'390.826,6 ha) del área total, seguido por el Zonobioma Húmedo Tropical con el 18,1% (527.287,8 ha) y el Peinobioma con el 11,5% (334.293,5 ha) (ver Tabla 17 e Ilustración 71). El Helobioma se caracteriza por presentar zonas de con mal drenaje, encharcamientos permanentes o con períodos prolongados de inundación, cuya cobertura generalmente corresponde a turberas o zonas pantanosas (IDEAM, 2017) y con vegetación que va desde la acuática en las orillas de cuerpos de agua, hasta los bosques localizados en las llanuras de inundación, como los morichales, vegetación con dominancia marcada de *Mauritia flexuosa* cuyos individuos pueden alcanzar los 18 metros de altura y conformar doseles casi homogéneos (Rangel, 1998). Los morichales se constituyen como ecosistemas estratégicos ya que en muchos casos son la única fuente de agua permanente para la fauna asociada a las sábanas, en especial durante el período de sequía. Así mismo los morichales poseen una conexión con los acuíferos que mantienen los flujos de agua hacia el morichal por lo cual garantizan la calidad y cantidad de agua disponible, convirtiéndose en una despensa de alimento, agua, refugio y hábitat de muchas especies de fauna semiacuática o terrestre (Lasso, et al 2016).

Tabla 17. Biomas en el área de estudio

Bioma	Área (ha)	Área (%)
Helobioma	1'390.726,6	47,8
Zonobioma Húmedo Tropical	527.287,8	18,1
Peinobioma	334.293,5	11,5
Orobioma de Paramo	200.216,4	6,9
Orobioma Subandino	192.061,1	6,6
Orobioma Andino	167.464,7	5,8
Hidrobioma	83.322,5	2,9
Zonobioma Alternohigrico Tropical	15.402,0	0,5

Fuente: ANLA, 2022.

Ilustración 71. Biomas presentes en el área de estudio.

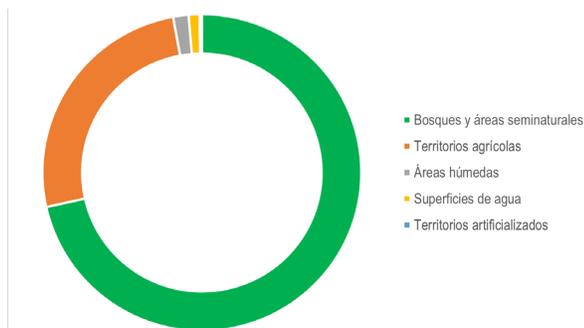


Fuente: ANLA, 2022.

En coberturas, el área regionalizada posee un 71,5% (2'066.735,4 ha) de su área total con Bosques y áreas seminaturales, y un 25,6% (739.944,1 ha) con Territorios agrícolas, representando el 97,1% del área total de estudio, como se observa en la Ilustración 72 y Tabla 18. Dentro de las coberturas naturales en el área de estudio predominan los Herbazales con el 61,3% (1'266.715,4 ha) del área total, conformada por sabanas abiertas, arbustivas con especies resistentes a las quemadas con especies de las familias Cyperaceae y Poaceae tales como *Andropogon bicornis*, *Andropogon gayanus*, *Axonopus purpusii*, *Trachypogon spicatus* especies características de estas sabanas. Dentro de las especies arbustivas en este tipo de cobertura se encuentran *Tessaria integrifolia*, *Vismia macrophylla*, *Curatella americana*, *Melochia villosa*, *Hydrolea espinosa* (FOB, 2016). Por otra parte, en las áreas seminaturales del área de estudio se encuentran los esteros, ecosistemas estratégicos con condición acuática intermitente que provee numerosos servicios ecosistémicos, donde predominan especies vegetales acuáticas o semiacuáticas de los géneros *Ludwigia*, *Aschynomene*, *Sipanea*, *Limnosipanea*, y especies como *Desmoscellis villosa*, *Caperonia castaneifolia*, *Melochia tomentosa*, *Eleocharis filiculmis*, *E. mitrata*, *Nepsera aquatica*, *Nymphoides indica*, *Mayaca fluviatilis*, *Pontederia triflora*, *Sagittaria guyanensis*, *Hibiscus furcellatus*, *Philodice hoffmannseggii* (Lasso, et al 2014). Las áreas con Bosques densos representan el 23,4% (484.274,2 ha) del área total, donde se encuentran formaciones leñosas boscosas dominados por especies como *Trattinnickia aspera*, *Attalea butyracea*, *Astronium graveolens*, *Terminalia amazonia*, *Pachira quinata*, *Handroanthus chrysanthus*, *Vitex orinicensis*, *Mabea trianae*, *Ceiba pentandra*, *Guarea guidonia*, *Caraipa llanorum*, *Copaifera pubiflora*, *Erythrina fusca* (FOB, 2016).



**Ilustración 72.** Tipo de cobertura en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2022.

En la **Tabla 19**, se detallan los elementos sensibles bióticos asociados a áreas de gestión, importancia o interés identificadas y reconocidas en la región; los proyectos nuevos que se encuentren sobre alguna de estas zonas sensibles deben considerar implementar medidas de manejo descritas en los criterios regionales que disminuyan las presiones sobre estos ecosistemas estratégicos.

**Tabla 18.** Tipo de cobertura en el área de estudio.

TIPO	ÁREA HA	ÁREA %
Bosques y áreas seminaturales	2'066.735,4	71,50
Territorios agrícolas	739.944,1	25,60
Áreas húmedas	45.338,6	1,57
Superficies de agua	32.018,1	1,11
Territorios artificializados	6.302,1	0,22

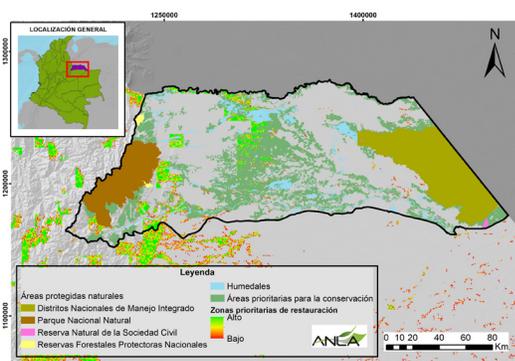
Fuente: ANLA, 2022.

**Tabla 19.** Elementos bióticos sensibles identificados en el área de estudio.

Tipo de elemento	Descripción
Áreas protegidas nacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Parque Nacional Natural El Cocuy</li> <li>□ Distritos Nacionales de Manejo Integrado Cinaruco</li> <li>□ Reservas naturales de la sociedad civil en el área de estudio, se encuentran seis y corresponden a:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los Clavellinos</li> <li>▪ El Horizonte</li> <li>▪ Bombay</li> <li>▪ Los Paraguitos</li> <li>▪ Santa Trinidad</li> <li>▪ El Guamito</li> </ul> </li> <li>□ Reservas Forestales Protectoras Nacionales, se encuentran dos y corresponden a:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuenca Alta del Río Satoca</li> <li>▪ Cuenca del Río Río Tame</li> </ul> </li> </ul>
Áreas prioritarias para la conservación	Corresponde a zonas con una alta insuficiencia y urgencia de conservación, u omisiones urgentes naturales y sin oportunidad
Ecosistemas estratégicos	Complejo de Paramos: Sierra Nevada del Cocuy, Almorzadero, Pisba. Humedales: Lagunas, esteros, ríos, quebradas, caños, bajos, congliales, morichales, saladillales, bosques inundables, zurales.

Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración 73.** Elementos bióticos sensibles en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2022.

## ▶ Dinámica funcional del paisaje

A partir de los resultados del análisis de jerarquización de impactos ambientales reportados en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) por los proyectos, en el cual se destaca la afectación al medio biótico en el área regionalizada con cinco CEI representativos: Alteración a comunidades de fauna terrestre, Afectación a la cobertura vegetal, Alteración a comunidades de flora, Alteración en la hidrobiota incluyendo fauna acuática y Alteración a ecosistemas acuáticos, los cuales presentan como impactos específicos directos (dado los tipos de proyectos en la zona) el cambio y/o fragmentación de la cobertura de la tierra, atropellamiento de fauna, impactos en el paisaje sonoro, modificación lumínica y modificaciones hidrobiológicas, y como impactos indirectos afectación en la accesibilidad y efecto barrera, modificación del hábitat, vibraciones del suelo y vibraciones microclimáticas.

Dado lo anterior, y teniendo en cuenta las quejas ambientales que reportan afectaciones adicionales provenientes del uso de la tierra como la tala y quema, contaminación del recurso hídrico y tráfico de fauna, entre otros; que se suman a las afectaciones originadas por concesiones y permisos provenientes de la Autoridad a los tensores antrópicos sobre la fauna,



este análisis pretende identificar áreas de importancia para el sostenimiento de la fauna silvestre y sus funciones dentro del área regionalizada, en las que será necesario en algunos casos revisar las medidas de monitoreo y planes de seguimiento de proyectos activos, condicionar o restringir los aprovechamientos forestales solicitados en proyectos prospectivos, y priorizar áreas para las obligaciones de compensación e inversión 1%.

Para el medio biótico se desarrolló un análisis de conectividad funcional en la zona regionalizada de Arauca (a escala 1:100.000) y en un área de modelación priorizada (a escala 1:25.000) dada la densidad de proyectos en esa zona. Este análisis permite identificar zonas prioritarias de conservación y restauración dado su nivel de funcionalidad o integridad ecológica, tomando como referencia “especies focales” de manera que sirvan como especies sombrilla, cuyo estudio pueda abarcar los requerimientos ecológicos de una gran variedad de organismos y además sirvan de indicadores de los diferentes impactos generados por los proyectos.

Teniendo en cuenta el alcance del reporte de alertas y la composición de especies que se reportan en información secundaria y en las caracterizaciones bióticas de los EIAs de los proyectos en la zona, se seleccionaron tres especies de fauna focales dados sus requerimientos de área, la heterogeneidad de los tipos de hábitat que ocupa, vulnerabilidad, funcionalidad, disponibilidad de información y la sensibilidad a los impactos directos e indirectos generados por los proyectos; además que dieran una aproximación a la dinámica funcional de los ecosistemas dulceacuicolas y terrestres. La primera especie corresponde al oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*), especie que se encuentra dentro de la categoría Vulnerable (VU), sus poblaciones están altamente amenazadas por causa de atropellamiento, para la cual se construyó un modelo de conectividad funcional con el objetivo de identificar corredores ecológicos y áreas de importancia en la conectividad para la especie dentro de la ventana de análisis; la segunda especie es la danta (*Tapirus terrestres*), esta se encuentra dentro de la categoría Vulnerable (VU), sus poblaciones están altamente amenazadas por la pérdida de hábitat y alteración a ecosistemas acuáticos; y por último, se seleccionó el mono churuco (*Lagothrix lagothricha lugens*), especie con preferencia marcada por áreas boscosas y para la cual se analizó la importancia de los bosques remanentes en la conectividad ecológica funcional en el escenario actual y pasado, evaluando la pérdida de bosque en el tiempo y como esto ha afectado la pérdida de hábitat y conectividad de la especie.

Modelo ecológico	Variables	Aspectos relevantes
Conectividad ecológica funcional	Coberturas de la tierra <ul style="list-style-type: none"> <li>Área regional: escala 1:100.000 (IDEAM et al., 2017)</li> <li>Ventana análisis: escala 1:25.000 (Interpretación de coberturas ANLA, 2022)</li> </ul>	<b>Oso palmero (<i>Myrmecophaga tridactyla</i>)</b> <i>Coberturas de la tierra analizadas</i> Bosques, herbazales y pastos naturales. <i>Importancia de los parches para la conectividad ecológica (dPC)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rango de hogar: 77 ha (Rojano, C. et al, 2015)</li> <li>Distancia de dispersión: 4.960 m (Rojano, C. et al, 2015),</li> <li>Distribución altitudinal: 200-1600 msnm.</li> </ul>
	Capa de resistencia <ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación de cobertura y uso de acuerdo con la importancia para el movimiento de individuos de la especie</li> <li>Distancia a vías y centros poblados</li> <li>Distancia a drenajes dobles y otros cuerpos de agua</li> <li>Distancia a infraestructura de proyectos y pozos (Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2022)</li> </ul>	<b>Danta de tierras bajas (<i>Tapirus terrestres</i>)</b> <i>Coberturas de la tierra analizadas</i> Cuerpos de agua, bosques de galería, pantanos y herbazales. <i>Importancia de los parches para la conectividad ecológica (dPC)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rango de hogar: 150-400 ha (Tobler et al., 2013).</li> <li>Distancia de dispersión: 10.300 m (Tobler, 2008).</li> <li>Distribución altitudinal: 200-1.500 m (Tirira, 2017).</li> </ul>
		<b>Mono churuco (<i>Lagothrix lagothricha lugens</i>)</b> <i>Coberturas de la tierra analizadas</i> Coberturas con componente arbóreo: bosque denso, bosque abierto, bosque fragmentado y bosque de galería. <i>Importancia de los parches para la conectividad ecológica (dPC)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rango de hogar: 126 ha. (Zarate &amp; Stevenson 2014)</li> <li>Distancia de dispersión: 2.339 m (Zarate &amp; Stevenson 2014)</li> <li>Distribución altitudinal: 0-3.000 msnm</li> </ul>



<p>Análisis tendencial pérdida de cobertura boscosa y cambio de coberturas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Global forest change 2000–2021 (Hansen et al., 2013)</li> <li>• MCD12Q1 V6 proporciona tipos de cobertura terrestre global a intervalos anuales entre el 2001 y 2020 (Sulla-Menashe y Mark Friedl, 2021).</li> </ul>	<p><i>Cambio de la coberturas y pérdida de cobertura bosque dentro del área regionalizada</i></p> <p>Para las especies terrestre se utilizó la capa de pérdida de cobertura boscosa de Hansen et. al, 2021, el resultado son series de tiempo de imágenes Landsat 8 a resolución de 30 metros que caracterizan la extensión y el cambio en la cobertura de bosque; el análisis comprendió los años 2000 a 2021 y puede ser usado como un proxy a la pérdida de hábitat.</p> <p>Complementariamente, para las especies semiacuáticas se utilizó la capa de coberturas y uso de la tierra de Sulla-Menashe y Mark Friedl (2021), el resultado son series de tiempo de imágenes MODIS/Terra+ Aqua a resolución de 500 metros que caracteriza las coberturas de la tierra entre los años 2001 a 2020 y puede ser usado como un proxy a la pérdida de hábitat de ecosistemas acuáticos.</p>
--	---	--

## ▶ MODELACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO

### Conectividad funcional del oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*)

El oso palmero es una especie generalista, de amplia distribución y altamente adaptable para sobrevivir a diferentes hábitats, se encuentra en localidades por debajo de los 2000 m s. n. m. en áreas de bosques de galería, pastos naturales y sabanas abiertas o arboladas (Polanco-Ochoa et al. 2006, Miranda et al. 2014). En la BDC de la ANLA se encuentran siete registros de oso palmero, tres de ellos reportados en espacios naturales (bosque denso, herbazales y vegetación secundaria) y el restante en una zona de explotación petrolera (dentro del área de influencia del proyecto “Caño Limón” expediente LAM0252), el cual podría ser utilizada como sitio de tránsito; adicionalmente, se encuentran 12 registros de información secundaria en el área regionalizada, localizados en las coberturas de bosque de galería y mosaico de pastos con espacios naturales, todos los registros cuentan además con la particularidad de encontrarse a una distancia menor de 2 Km de vías principales o secundarias.

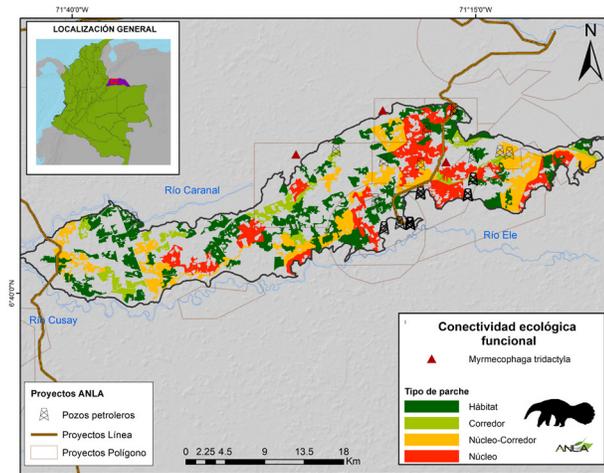
La configuración espacial de las coberturas usadas por la especie y las condiciones de rango de hogar y distancia de desplazamiento máxima para esta, señalan para la ventana de análisis que más de la tercera parte del área tiene un papel funcional como área núcleo y corredor, como consecuencia del ensamblaje que existe entre los fragmentos de herbazal y los de bosques y la escasa resistencia que ofrecen elementos del paisaje como pastos y mosaicos, para la movilidad de esta especie (**Ilustración 74**).

Con relación al modelo de conectividad funcional (Ilustración 75) se identificaron 37 áreas núcleo de hábitat, las cuales son conectadas por 72 rutas de menor costo, siendo aquellos posibles enlaces priorizados o “camino” por donde se moverían los osos palmeros dada la permeabilidad del paisaje y se identificaron dos zonas de concentración de flujo o “pinch-points”, que se definen como zonas de mayor relevancia para el mantenimiento de la conectividad actual del paisaje entre las áreas núcleo o nodos

focales, esto sitios se encuentran en el municipio de Arauca entre los proyectos “Área de perforación exploratoria Cosecha” (LAM2861), “Campo de desarrollo Caricare” (LAM3368) y el “Área de perforación exploratoria Marlín” (LAV0025-00-2018). Es relevante que las rutas de menor costo y zonas de concentración de flujo atraviesan proyectos de infraestructura vial que se encuentran licenciados por la Autoridad y representan zonas de paso de la especie, siendo a su vez una amenaza relevante para el oso palmero y especies similares como el oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), por tanto, es necesario realizar monitoreos de atropellamiento en las vías que sean usadas por los proyectos (como impacto indirecto de estos), ya que podrían significar una amenaza real para sus poblaciones a nivel local y regional e incluso podría llegar a extirpar algunas zonas de su distribución (Fahrig y Rytwinski, 2009), por lo que se hace necesario estudios de densidades poblacionales y parámetros ecológicos a diferentes gradientes de cercanía con las vías, así como evaluar la pertinencia de la implementación de “Pasos de fauna” en proyectos futuros para aumentar la permeabilidad del paisaje.

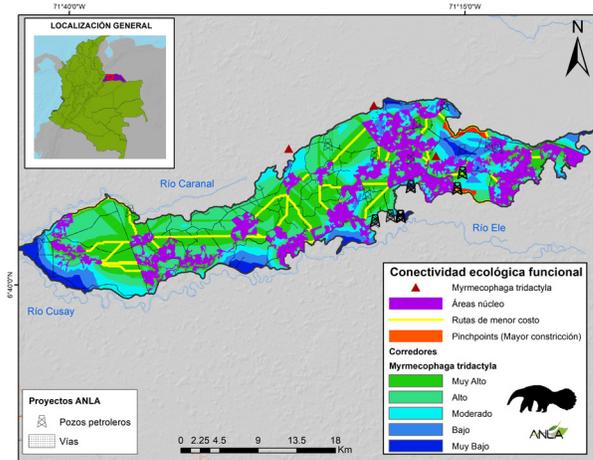


**Ilustración 74.** Áreas de importancia para la conectividad identificadas para *Myrmecophaga tridactyla*.



Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración 75.** Modelo de conectividad funcional para *Myrmecophaga tridactyla*.

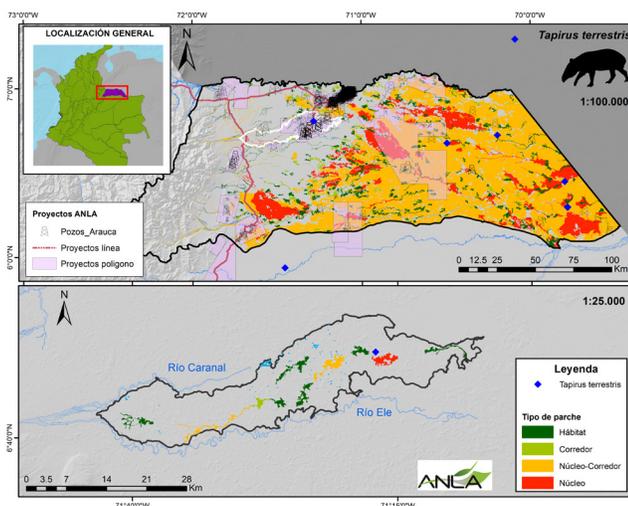


Fuente: ANLA, 2022.

● **Conectividad funcional de la danta de tierras bajas (*Tapirus terrestris*)**

La danta de tierras bajas presenta una amplia distribución entre la Orinoquia y la Amazonia, presentando como mayor amenaza la pérdida y fragmentación de sus hábitats, así como la transformación de coberturas nativas, requiriendo grandes áreas para el mantenimiento de sus poblaciones convirtiéndolo en un excelente indicador biológico del estado de conservación de los hábitats.

**Ilustración 76.** Áreas de importancia para la conectividad identificadas para *Tapirus terrestris*.



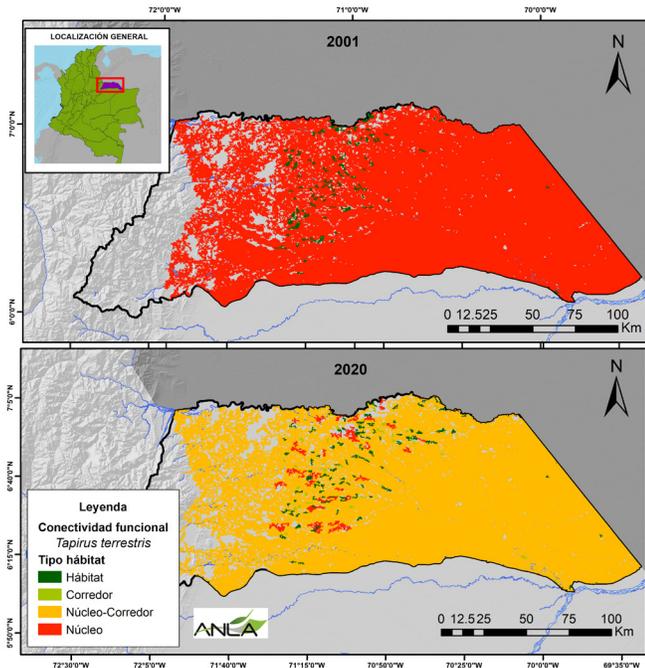
Fuente: ANLA, 2022.

Los modelos de conectividad (**ver Ilustración 76 e Ilustración 77**) permitieron identificar aquellos parches de mayor importancia tanto en el área regional como en la ventana de análisis, a partir de los índices dPCIntra y dPCconnector. A escala 1:100.000 se observa una alta proporción de parches cuya importancia es prioritaria en la conectividad funcional para la danta, la mayoría de ellos se encuentran localizados en el parte oriental de la región. Entre tanto, en la ventana de análisis a escala 1:25.000 se destacan pocos parches que cumplan una función de área núcleo o corredor, estos se localizan en su mayoría en cercanía al Río Cusay y el Río Ele.

A nivel estructural, las sábanas y humedales ofrecen hábitats apropiados para la especie, no obstante, dados los posibles niveles de metales pesados reportados en la zona, se considera adecuado evaluar las alteraciones que esto podría estar produciendo en la salud de los sistemas hídricos del área regionalizada y su afectación sobre las especies acuáticas y semiacuáticas reportadas para la zona (Trujillo et. Al, 2019) con especial énfasis en la fauna íctica.



**Ilustración 77.** Áreas de importancia para la conectividad identificadas para *Tapirus terrestis* en el año 2001 y 2020



Fuente: MODIS, 2021.

Adicionalmente, al evaluar el comportamiento a través del tiempo de la conectividad y áreas de importancia para la especie, a partir de imágenes MODIS con una resolución de 500 m, se observa que para el año 2001 la mayoría de las áreas hábitats para la especie presentaban una funcionalidad de áreas núcleo, en cambio para el año 2020, se evidencia una pérdida de conectividad y específicamente en la subzona hidrográfica del río Cravo Norte se evidencia un aumento en la fragmentación debido a la pérdida de hábitat (Ilustración 75).

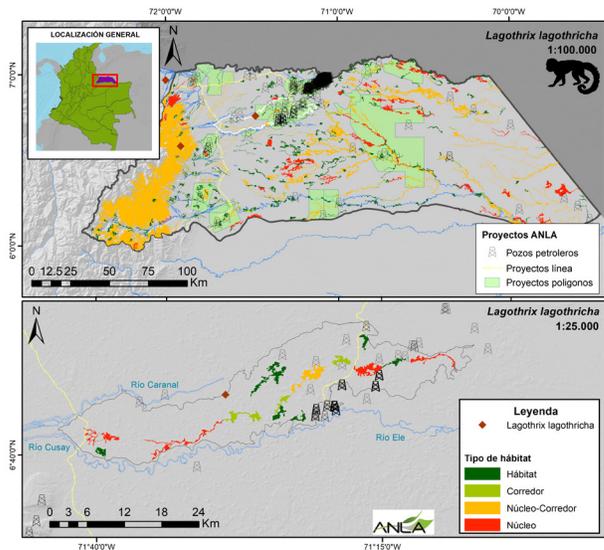
● **Conectividad funcional del mono churuco (*Lagothrix lagothricha* lugens)**

El churuco o mono lanudo corresponde a un primate neotropical endémico de Colombia, considerado en peligro de extinción a nivel internacional. Es una especie que depende completamente de los bosques para su supervivencia, habita desde bosques húmedos de tierras bajas hasta bosques nubosos alcanzando hasta los 3000 msnm (Defler, 2010). Se considera una especie clave debido a su papel crucial como dispersor de semillas pues se ha demostrado que consume más de 200 plantas diferentes, dispersando una alta proporción de ellas, contribuyendo de esta forma a la regeneración del bosque y mantenimiento de la diversidad de plantas (Stevenson 2007, Cifuentes et al. 2013).

Los modelos de conectividad permitieron identificar aquellos parches de mayor importancia tanto en el área regional como

en la ventana de análisis, a partir de los índices dPCIntra y dPCconnector seleccionándose los índices del cuartil superior como áreas núcleo y áreas corredor respectivamente, los cuales permiten determinar la agregación entre el área del parche y la importancia de estos en la conectividad del paisaje. A escala 1:100.000 se observa una baja proporción de parches cuya importancia es prioritaria en la conectividad funcional para el mono churuco, la mayoría de ellos y de mayor área se encuentran localizados en el Parque Nacional Natural el Cocuy y en el bosque denso y ripario circundante al río Cravo Norte, en cambio en la parte norte del municipio de Araucita entre el río Arauca y Gaviotas, en el área de influencia del proyecto “Caño Limón” (LAM0252) no se observan áreas con funcionalidad núcleo o corredor si no remanentes de bosque con baja conectividad, por lo que sería un área prioritaria a restaurar, además porque se reporta un registro de la especie cerca de esa zona (en el bosque ripario circundante al Río Caranal).

**Ilustración 78.** Áreas de importancia para la conectividad identificadas para *Lagothrix lagothricha*.



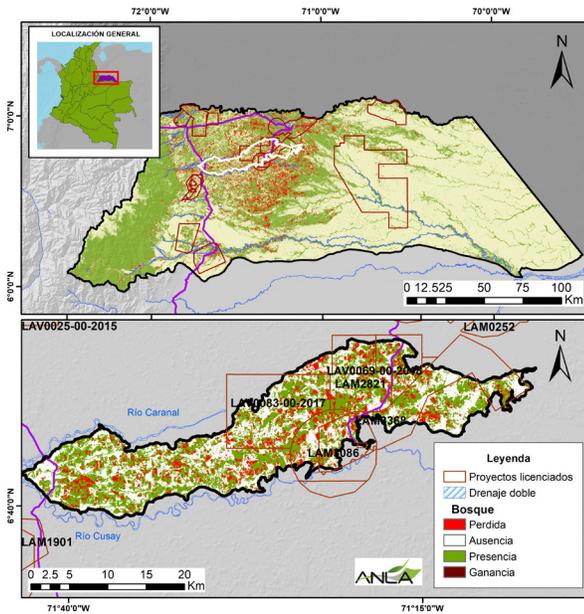
Fuente: ANLA, 2022.

Entre tanto, en la ventana de análisis a escala 1:25.000 se destacan pocos parches que cumplan una función de área núcleo o corredor, la mayoría de ellos se encuentran en cercanía al Río Cusay, sin embargo, son remanentes de bosque de galería con baja conectividad. Por consiguiente, es necesario realizar monitoreos sistemáticos, estandarizados y articulados, tanto de las poblaciones del mono churuco que hay registros en la zona, pero presenta un grado de vulnerabilidad y pérdida de hábitat alto, así como de especies similares sensibles a la pérdida de cobertura con potencial distribución en la zona (como *Aotus brumbacki*, *Ateles hybridus*, *Cebus leucocephalus* y *Ateles*



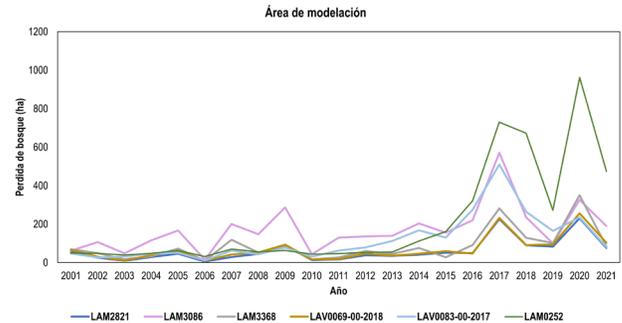
belzebuth). Del mismo modo es necesario monitorear la disponibilidad de alimento, para determinar la calidad de dichos parches; e implementar acciones de restauración en aquellos con muy baja a moderada importancia para incrementar su área.

**Ilustración.80** Pérdida de bosque anual por hectárea en el área regionalizada y ventana de análisis. Metodología adaptada de Hansen et al., (2013).



Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración.81** Pérdida de bosque anual por hectárea en la ventana de análisis. Metodología adaptada de Hansen et al., (2013).



Fuente: ANLA, 2022.

## CARACTERIZACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO

Los efectos de cambio climático proyectados en el área del reporte de análisis regional de Arauca comprenden cambios registrados en la temperatura, en la precipitación y en la ocurrencia de eventos extremos según lo establecido por el IDEAM en la “Tercera comunicación Nacional de Cambio Climático” (IDEA, 2015), en donde se establecen tres escenarios prospectivos tanto para diferencias en la temperatura media como cambio porcentual de la precipitación. (2011-2040; 2041-2070 y 2071-2100).

### ▶ Análisis

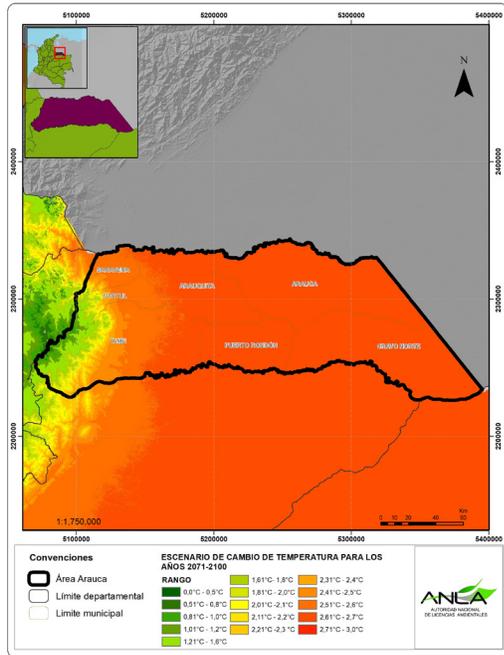
En cuanto a temperatura la región de Arauca es una de las que puede presentar los mayores aumentos de temperatura de todo el país (IDEAM, 2015), puede alcanzar una temperatura media anual de 28°C y según los escenarios de cambio climático para el periodo 2.071 a 2.100 se presentaría un aumento de 2,7°C. Se proyecta que la temperatura máxima anual incremente en la región entre 0,8 a 1,9°C y la mínima entre 0,3 a 1,8°C.

De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático los principales efectos podrían verse representados en los temas de seguridad alimentaria, biodiversidad y recurso hídrico deben ser prioritarios para el departamento, puesto que tienen valores entre altos y muy altos de riesgo.

En el departamento se han registrado en los últimos 30 años, han sido incendios forestales (eventos meteopiroecológicos) con el 16%, vendavales (eventos meteorológicos) con el 7% y sequías (eventos hidroclimáticos) con el 2%. En el año 2.013 se reportaron 31 incendios forestales en el departamento. (IDEAM, 2018)



**Ilustración 82.** Escenarios de temperatura sobre cambio climático para el periodo 2040 - 2071.



Fuente: ANLA, 2022.

En cuanto a la precipitación el departamento de Arauca para el periodo 2041 a 2070 podría presentar una reducción de las precipitaciones (ver Ilustración 83) en -9% a 10%. Según el Plan Regional Integral de Gestión de Cambio Climático de la Orinoquia (PRIGCCO) señala que para el área de estudio los niveles de sequías y excesos de lluvia pueden variar desde leves hasta extremas, teniendo una de probabilidad de sequías severas o extremas.

De acuerdo con el Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático (IDEAM, 2018), en términos generales el departamento en mención tiene una amenaza muy alta en cambio climático para la dimensión del recurso hídrico, los municipios de Tame, Arauca y Cravo Norte son los presentan una baja de amenaza (ver Ilustración 84). Se destaca para los municipios de Cravo Norte, Saravena y Puerto Rondón un riesgo medio por cambio climático, mientras que el municipio de Arauca presenta un riesgo Alto.

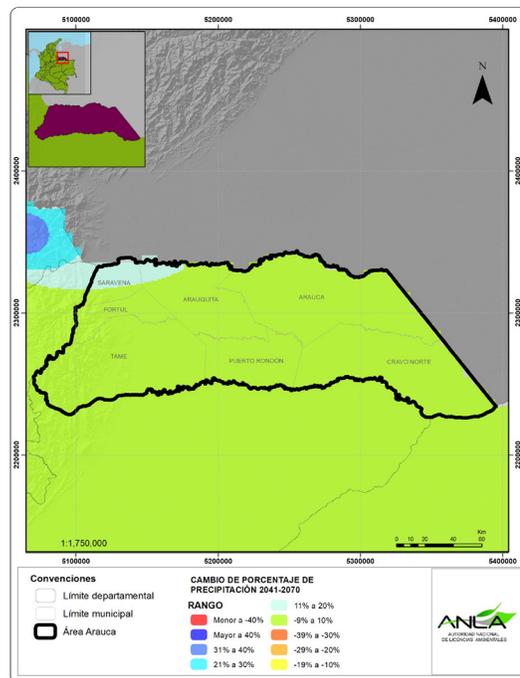
El sector que actualmente cuenta con mayor número de proyectos licenciados que incorporan consideraciones cambio climático para el departamento de Arauca es de hidrocarburos, teniendo una alta vulnerabilidad por cambio climático frente a la oferta y disponibilidad del agua. Lo anterior, en línea con los escenarios de cambio climático modelados desde el componente hídrico del presente reporte, bajo el cual se precisa que el área regional se encuentra expuesta a una sensibilidad

media al desabastecimiento pudiendo generar conflictos en el uso y aprovechamiento del recurso hídrico.

Teniendo en cuenta los análisis de precipitación y temperatura para el departamento de Arauca se recomienda implementar acciones como:

- ✓ Gestión y control de aguas subterráneas.
- ✓ Construcción de reservorios de agua que permitan garantizar agua
- ✓ Construcción de hidrosilos que permitan extraer y almacenar agua subterránea para los periodos de sequía más extremos.
- ✓ Implementar sistemas de captación, manejo y almacenamiento de aguas lluvias, p.ej. jardines de agua lluvia, bio-infiltración o zanjas vegetales y pavimento permeable para infiltrar la mayor cantidad de agua de escorrentía.
- ✓ Fortalecimiento de la educación, formación y sensibilización sobre el cambio climático en los programas de capacitación del personal involucrado en el proyecto.

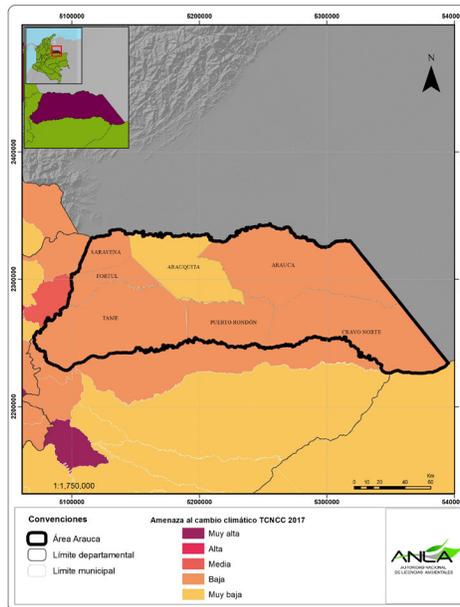
**Ilustración 83.** Escenarios de precipitación sobre cambio climático para el periodo 2041 - 2070.



Fuente: ANLA, 2022.



**Ilustración 84** Amenaza por cambio climático para el departamento de Arauca



**Fuente:** ANLA, 2022.

Los datos de emisiones de gases efecto invernadero para Arauca corresponden con el ejercicio de inventario departamental realizado en el marco de la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

En cuanto a las emisiones generadas por sectores económicos del departamento se evidencia el alto porcentaje de forestal (59,14%), seguido del agropecuario (34,83%) y minas y energía (3,32%).

El inventario regional señala que el 55% de las emisiones del departamento se deben a actividades de cambio de cobertura de bosque natural a pastizales y actividades pecuarias de ganado. La participación de los GEI en las emisiones generadas en el departamento de Arauca son principalmente CO<sub>2</sub> (62,33%), CH<sub>4</sub> (24,08%) y N<sub>2</sub>O (13,48%).

## ESTRATEGIAS DE MONITOREO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Las Estrategias de Monitoreo regional son una línea de acción orientada a la configuración e implementación de redes de monitoreo en áreas del territorio nacional que constituyen nodos de alta confluencia de proyectos, obras o actividades licenciados por ANLA cuyo objetivo es brindar un nuevo alcance al monitoreo que realizan los titulares del licenciamiento ambiental, permitiendo que los datos registrados de los recursos naturales, además de constituir el soporte de verificación de la efectividad de las medidas de manejo implementadas durante cada vigencia de seguimiento, faciliten la generación de bases de datos que permitan realizar análisis tendenciales, siendo a su vez articulables con los monitoreos realizados por los proyectos circundantes que también son de competencia de la ANLA, promoviendo el análisis regional de la información y la identificación y valoración de impactos acumulativos y sinérgicos. Es pertinente indicar que en el área de estudio de Arauca no se cuenta con estrategias de monitoreo de los recursos naturales a la fecha.

## ANÁLISIS INTEGRAL

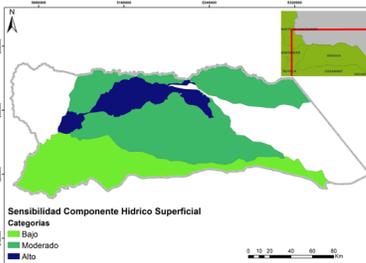
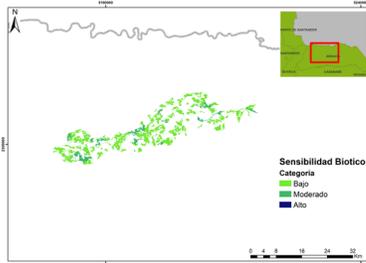
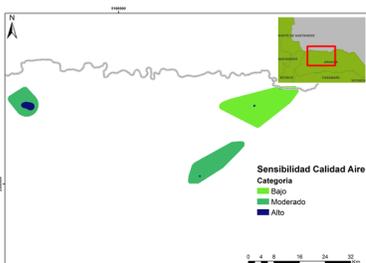
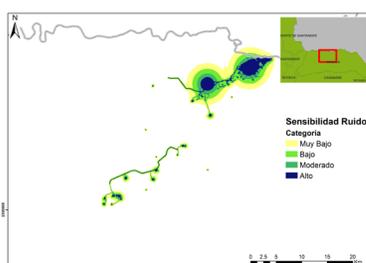
### ANÁLISIS DE POTENCIALES IMPACTOS ACUMULATIVOS

Los impactos acumulativos, se definen como aquellos que resultan de efectos sucesivos, incrementales, y/o combinados de proyectos, obras y/o actividades, cuando se suman a otros impactos existentes, planeados y/o futuros razonablemente anticipados.



Es pertinente conocer el acrónimo VEC, el cual hace referencia a los receptores socioambientales sensibles cuyo estado o condición futura deseada pudieran verse afectada por impactos acumulativos. A continuación, se detalla la metodología implementada para la definición del límite geográfico del VEC del área de estudio y los impactos identificados acumulativos desde cada componente considerado.

## IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO DE VALOR AMBIENTAL (VEC) Y SUS LÍMITES

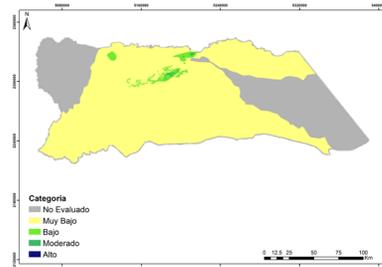
<p><b>1. Caracterización del área de estudio</b></p>	<p>De acuerdo con los resultados de caracterización de los diferentes medios (abiótico, biótico y socioeconómico) presentado previamente, se identifican los componentes cuyos análisis y resultados de modelaciones evidencian criticidad en la zona de estudio. Para el caso del presente reporte, se identificó que en el área de estudio el componente hídrico superficial y el medio biótico reportan criticidad.</p>	
<p><b>2. Modelación Regional de componentes</b></p>	<p>Tal como se presentó previamente, en el área de estudio se desarrollaron modelaciones del componente hídrico superficial para aspectos tanto de calidad como de cantidad del agua, componente atmosférico para ruido y calidad del aire, medio biótico y componente hídrico subterráneo. A partir de los resultados de estas modelaciones, se realizó el análisis espacial de zonas o elementos ambientales sensibles a considerar en el área de estudio.</p>	
<p><b>3. Generación de Sensibilidad por componente</b></p> <p>Desde cada componente y considerando diferentes criterios técnicos asociados a los mismos, se asigna una categoría de sensibilidad al resultado de la modelación. A continuación de <b>la Ilustración 85 a la Ilustración 88</b> se presentan los resultados de modelación de los componentes considerados en el análisis integral de impactos acumulativos, con las respectivas categorías de sensibilidad.</p>	<p><b>Ilustración 85</b> Componente Hídrico superficial</p>  <p><i>Fuente: ANLA, 2022.</i></p>	<p><b>Ilustración 86</b> Componente Biótico</p>  <p><i>Fuente: ANLA, 2022.</i></p>
	<p><b>Ilustración 87</b> Componente atmosférico – calidad del aire</p>  <p><i>Fuente: ANLA, 2022.</i></p>	<p><b>Ilustración 88</b> Componente atmosférico – ruido</p>  <p><i>Fuente: ANLA, 2022.</i></p>



#### 4. Cruce para identificar coincidencias en áreas

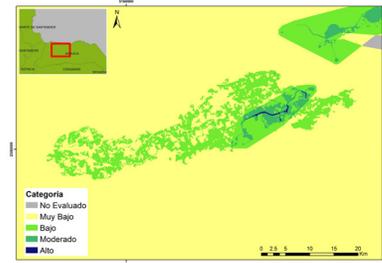
Se realiza el cruce de las capas de modelación con la asignación de categorías de sensibilidad para determinar el elemento ambiental sensible sobre el cual se ejerce presión por los diferentes proyectos y actividades identificadas en el área de estudio. **En la Ilustración 89 e Ilustración 90** se presentan los resultados del cruce de las capas de modelación.

**Ilustración 89** Resultados del cruce de la modelación – escala general



Fuente: ANLA, 2022.

**Ilustración 90** Resultados del cruce de la modelación – escala detallada

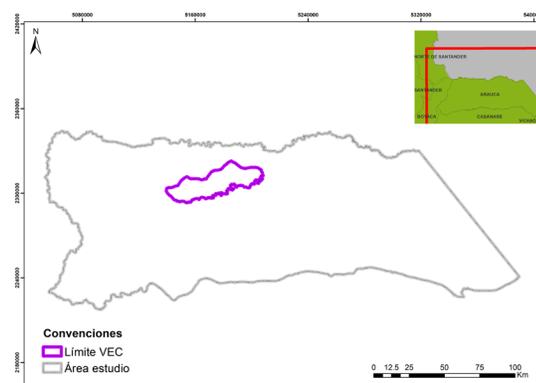


Fuente: ANLA, 2022.

#### 5. Delimitación del área del VEC

En el área de estudio del reporte de Arauca se realizó la delimitación espacial del VEC el cual contiene el bioma denominado “Zonobioma húmedo tropical” y parte de la cuenca del Río Caranal (zona norte), el cual se presenta en la **Ilustración 91**.

**Ilustración 91** Delimitación del área del VEC



Fuente: ANLA, 2022.

A continuación, se presenta el análisis desde cada componente considerado en el proceso de identificación y delimitación espacial del VEC para el área de estudio de Arauca:

### VEC: Zonobioma Húmedo Tropical

Para el componente **hídrico superficial**, las modelaciones tanto hidrológicas como de calidad del agua muestran que la subcuenca del río Caranal, la cual es un tributario del río Cravo Norte, concentra captaciones de uso doméstico e industrial del orden de 1 m<sup>3</sup>/s, que al contrastarlo con la oferta hídrica disponible presenta un Índice de Uso de Agua (IUA) muy alto y un Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) muy alto para la misma zona, debido a la baja regulación hídrica, lo que lo convierte a la subcuenca del río Caranal en cuanto a cantidad de recurso hídrico superficial. En contraste, para el restante de la zona regionalizada de Arauca específicamente las subzonas del río Arauca y Casanare, y la cuenca del río Cravo Norte excepto el río Caranal, presentan mayor oferta hídrica con un IUA muy bajo y un IVH medio, lo que no la convierte en una zona de alta presión sobre el recurso hídrico, pero si se debe moderar el uso y aprovechamiento de este.

Adicional a esto, existe una densidad de vertimientos en esta zona y varios puntos con índice de calidad (ICA) del agua regular y mala. En este sentido, se notó que la calidad del agua en diferentes puntos a lo largo de la cuenca hidrológica del Río Caranal no se cumplen los objetivos de calidad establecidos por Corporinoquia o estándares internacionales establecidos para preservación de flora y fauna.

Respecto al **medio biótico**, con los resultados del análisis de conectividad biótica en el área regionalizada a escala 1:100.000, se observa que la subzona hidrográfica del Río Cravo Norte es la zona que presenta mayor pérdida de hábitat debido a la transformación de coberturas naturales, que en complemento con el componente hídrico superficial en el cual se identifica baja a regular calidad del agua en la zona, se destaca desde el medio biótico todos los parches localizados en ecosistemas estratégicos como los humedales localizados sobre las estribaciones del Río Elé y Lipa, importantes para la conectividad



de especies acuáticas y semiacuáticas. Con relación al análisis de conectividad funcional en la ventana a escala 1:25.000, se identifica que la mayoría de las áreas presentan baja funcionalidad ecológica para las especies evaluadas debido a la alta transformación de coberturas naturales que han ocurrido en la zona por la densidad de proyectos que existen allí, reduciéndose de esta forma las áreas núcleo y corredor para las especies modeladas siendo solo estas áreas las que presentan una alta sensibilidad biótica.

En cuanto al **componente atmosférico (aire y ruido)** es importante tener en cuenta que los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos representan las tendencias de dispersión (aire) y propagación (ruido) en un entorno geográfico y condiciones específicas, siendo estas, aproximaciones de las condiciones reales y por tanto presentan limitaciones propias del método e incertidumbres asociadas a los resultados. En tal sentido estos pueden ser interpretados como una situación de probabilidad en la que pudiese presentarse o no la condición de sensibilidad “Alta” a una escala regional. En relación con los resultados de los modelos se puede mencionar que, bajo las condiciones conceptualizadas, los niveles de calidad de aire y de ruido generados en toda la extensión del área de Influencia de los proyectos no trascienden fuera de la misma, presentando niveles homogéneos en general, con incrementos en la condición regional “Alta” en zonas puntualmente localizadas al interior del polígono y cercano a las fuentes de emisión utilizadas para las modelaciones. Para el modelo de calidad de aire se presenta la condición regional “Media” debido a la escasa representatividad de los datos utilizados para el cálculo de la concentración de fondo. Considerando lo anterior, este componente no es considerado en como crítico para la determinación del VEC, ya que no se identifican potenciales categorías de impactos acumulativos para el mismo.

## ▶ PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE IMPACTOS ACUMULATIVOS EN EL VEC

A partir de lo anterior y del ejercicio de jerarquización de impactos ambientales se identifican tres (3) potenciales categorías de impactos acumulativos que podrían presentarse en el área del VEC, los cuales se presentan a continuación:



A continuación, se detalla por componente cada impacto acumulativo identificado junto con su respectiva justificación:

**Componente hídrico superficial:** a partir del análisis de calidad del agua como de las modelaciones hidrológicas y de calidad del recurso hídrico, se concluye que se presenta una alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial y una alteración en la calidad del recurso hídrico superficial en el área del VEC teniendo en cuenta que hay varios vertimientos domésticos y no domésticos (tanto licenciados por ANLA como por la corporación) que tienen únicamente tratamiento primario y/o secundario o ausencia de estos. Lo anterior, conlleva a que se den condiciones de altas concentraciones de coliformes fecales, hierro, nitrógeno amoniacal y por ende mala calidad del recurso hídrico superficial en esta área. Por otra parte, la zona presenta un Índice de Uso de Agua (IUA) muy alto por la baja oferta hídrica y la alta demanda, y adicional debido a la baja regulación hídrica, el Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) es muy alto según lo expuesto en el ENA 2018

**Medio biótico:** el ejercicio de jerarquización de impactos identifico la “Pérdida y alteración de hábitat”. En este sentido el análisis de conectividad realizado en la ventana de análisis (asociado al límite del VEC), evidencia tanto para especies terrestres como semiacuáticas, los cambios que han ocurrido en las coberturas naturales dada la densidad de proyectos en la zona. Este impacto además de acumularse en el territorio actúa de manera sinérgica con impactos directos como el atropellamiento de fauna, impactos en el paisaje sonoro y modificaciones hidrobiológicas que alteran los ecosistemas terrestres y acuáticos afectando la composición, estructura y función de las especies.



## CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES PARA LA GESTIÓN

### ▶ CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES DIRIGIDOS A LA SUBDIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE LICENCIAS AMBIENTALES (SELA)

Medio/ Componente	Alcance	Situación evidenciada	Requerimientos Regionales
Recurso hídrico superficial	VEC	Se presenta un Índice de Uso de Agua (IUA) muy alto en la subcuenca del río Caranal, la cual es un tributario del río Cravo Norte, por la baja oferta hídrica de la subcuenca y alta demanda de uso doméstico e industrial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el marco de proyectos para evaluación en la zona, se mantenga un control en los permisos de aprovechamiento del recurso hídrico sobre todo en el río Caranal, acotando las épocas de captación para lapsos de caudales altos que se dan en los meses de junio, julio y agosto</li> <li>Para la evaluación de nuevos permisos de captación sobre la cuenca del río Caranal se deberá realizar modelaciones hidrológicas e hidrodinámicas para diferentes escenarios hidrológicos como los son caudales mínimos, medios, máximos y ambientales, los cuales deberán estar debidamente calibrados y validados</li> <li>Se deberá requerir el Programa de Ahorro y Uso Eficiente de Agua – PUEAA para los nuevos permisos de captación sobre los drenajes que hacen parte de la cuenca del río Caranal.</li> <li>Se deberá presentar la debida articulación de los proyectos con los PORH y POMCA, estableciendo control sobre objetivos de calidad y requerimientos de caudal ambiental.</li> <li>Se deberá presentar un Plan de Monitoreo y Seguimiento al cuerpo de agua mediante la implementación de estaciones de mediciones de niveles, caudales y sedimentos acordes a los lineamientos establecidos por el Protocolo de Monitoreo del Recurso hídrico de IDEAM. Los cuales se deberán realizar en la zona de captación, mediante mediciones de diarias de la pareja nivel caudal.</li> <li>Se deberá mantener las acciones de protección, conservación, y preservación mediante la inversión de no menor al 1% según lo manifestado en el decreto 2099 del 2016, especialmente en los cuerpos de agua que son aprovechados para su uso localizados en la cuenca del río Caranal.</li> </ul>
Recurso hídrico superficial	VEC	Valores de concentraciones de hierro superiores a lo recomendado para estándares internacionales y el Decreto 1076 de 2015 de 1 mg/L para conservación de flora y fauna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitar mediciones y análisis de hierro en los cuerpos de agua en el área de influencia de los nuevos proyectos como también a los vertimientos solicitados de tal manera que se pueda tener información de línea base y establecer la condición regional.</li> </ul>
Recurso hídrico superficial	VEC	Estudios e investigaciones externas que lanzan alertas respecto a la probable contaminación por metales pesados. Adicionalmente, valores de índice de calidad del agua regulares o mala en varios puntos del área regionalizada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitar a los nuevos proyectos determinación de concentraciones de metales pesados en cuerpos de agua, vertimientos y sedimentos con métodos de detección que permitan realizar análisis respecto a niveles agudos y crónicos de afectación a flora y fauna según la EPA y no solamente teniendo en cuenta el decreto 1076 de 2015. Estos deben realizarse en las épocas bajas precipitaciones</li> </ul>
Medio biótico	Área Regionalizada/ VEC	Mediante el análisis de conectividad funcional se identificaron áreas donde el potencial de dispersión de las especies se restringe. Por tal motivo, se requiere direccionar acciones, que dentro de las obligaciones por compensación y/o inversión de no menos del 1%, incluyan procesos encaminados a la restauración ecológica de sus coberturas boscosas naturales (v.g. en bosques de galería), que reduzcan la resistencia a la movilidad de las especies dentro de la matriz y la presencia de cuellos de botella identificados dentro del área regionalizada.	<p><b>Modo</b></p> <p>Proponer acciones de compensación e inversión de no menos del 1% que vinculen como pilar principal planes de restauración ecológica, orientados a la generación de acuerdos de conservación, adquisición de predios creación de reservas de la sociedad civil o fortalecimiento de las áreas inscritas ante el RUNAP, con el fin de promover la conservación y la disminución de conflictos entre habitantes de la región y la fauna y el uso sostenible de los recursos mediante la implementación de herramientas del paisaje como los sistemas agroforestales o silvopastoriles.</p> <p><b>Tiempo</b></p> <p>En el momento de la planificación y del cumplimiento de las obligaciones por compensación y/o inversión de no menos del 1%.</p> <p><b>Lugar</b></p> <p>Bosques de galería y otras coberturas naturales degradadas, principalmente en la subzona hidrográfica del Río Cravo Norte y al interior del VEC, y donde las rutas de dispersión de las especies evaluadas tuvieron un mayor costo o donde se presentaron pocos parches que cumplan función de área núcleo o corredor. Adicionalmente, considerar ecosistemas estratégicos en el área regionalizada como humedales, sabanas y las áreas priorizadas a restaurar identificadas en el mapa de restauración de Colombia (propuesto por el International Institute for Sustainability Australia y el Instituto von Humboldt).</p>
Medio biótico	Área Regionalizada/ VEC	A partir del análisis de pérdida de cobertura boscosa como proxy a la pérdida de hábitat para las especies de movilidad terrestre, se requiere la generación de indicadores integrales relacionados con el estado del hábitat y sus potenciales cambios relacionados con las actividades de los proyectos.	<p><b>Modo</b></p> <p>Implementar indicadores que evalúen el cambio a través del tiempo en la proporción del área de las coberturas naturales como un proxy del hábitat disponible para las especies de fauna vertebrada para proyectos nuevos que se superpongan con áreas que hayan sido impactadas por la exploración y explotación de hidrocarburos y donde se puede ver afectada su conectividad. Para tal fin, se requiere que el indicador asocie la pérdida, la calidad y la fragmentación de las coberturas naturales en una escala continua con el fin de cuantificar de forma más acertada los impactos sobre el hábitat (Beyer et al. 2020).</p> <p>El diseño y la parametrización del indicador, deberá cumplir con criterios de diseño (Beyer et al, 2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ser proporcional al área del hábitat cuando no hay fragmentación del hábitat, enfatizando en los análisis de fragmentación de coberturas para proyectos nuevos en escenarios sin proyecto y con proyecto, así como en el análisis multitemporal de la fragmentación de coberturas.</li> <li><input type="checkbox"/> Disminuir monótonamente a medida que aumenta la fragmentación y ser sensible tanto al número de parches como a la separación entre parches</li> <li><input type="checkbox"/> Ser proporcional a la calidad del hábitat para un área total dada de hábitat y grado de fragmentación.</li> </ul> <p>La obtención del indicador deberá reportar resultados a nivel del área regionalizada y/o VEC, luego a nivel de bloque en el sector donde haya concentración de proyectos y por último a nivel multitemporal durante todas las etapas del proyecto.</p> <p><b>Tiempo</b></p> <p>Durante todas las etapas del proyecto y de acuerdo con la estacionalidad climática.</p> <p><b>Lugar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Áreas priorizadas en el EIA que incluyan coberturas naturales en general y que tengan potencial de intervención, afectación y/o aprovechamiento dentro de todas las actividades del proyecto.</li> <li><input type="checkbox"/> Coberturas naturales presentes en el área regionalizada y el VEC.</li> </ul>



Medio/ Componente	Alcance	Situación evidenciada	Requerimientos Regionales
Medio biótico	Área Regionalizada/ VEC	Mediante el análisis de conectividad funcional del mono churuco ( <i>Lagothrix lagotricha</i> ) se identificaron áreas donde la potencial dispersión de la especie de interés se restringe, evidenciando una alta vulnerabilidad a la pérdida de hábitat	Se requiere evaluar el estado de las poblaciones de la especie <i>Lagothrix lagotricha</i> especialmente donde se reportan registros de la especie, para lo cual se identifica como medidas necesarias asociadas a los resultados encontrados: realizar muestreos detallados en áreas núcleo, corredores y otros remanentes de hábitat potencial con afectación para validar la presencia de la especie, y en el caso de encontrar registros en la zona se deberán generar monitoreos específicos de las poblaciones presentes en los fragmentos alterados, con el objetivo de determinar la ocupación y rutas de movilidad de esta especie, así como de especies similares sensibles a la pérdida de cobertura con potencial distribución en la zona (como <i>Aotus brumbacki</i> , <i>Ateles hybridus</i> , <i>Cebus leucocephalus</i> y <i>Ateles belzebuth</i> ).
Medio biótico	Área Regionalizada/ VEC	Se requiere realizar análisis tendenciales a nivel de comunidades (en términos de composición y estructura) o de poblaciones de fauna (v.g. especies focales o de interés para la conservación identificadas) y generar indicadores de evaluación y seguimiento que permitan identificar cambios asociados a impactos de proyectos a cargo de la Autoridad.	<p><b>Modo</b></p> <p>Establecer un sistema de monitoreo que se implemente durante todas las etapas del proyecto en las diferentes temporadas climáticas asociadas al área regionalizada y que a través del tiempo cumpla con el mismo esfuerzo y diseño de muestreo. Esto permitirá identificar cambios tendenciales en la fauna a nivel de comunidades y de poblaciones de especies de interés y la potencial afectación por impactos provenientes del proyecto.</p> <p>El sistema de monitoreo podrá seguir el método implementado desde la caracterización del EIA. Para metodologías que impliquen puntos de observación y transectos, se deberán realizar al menos cuatro repeticiones por cobertura para disminuir el sesgo por detección de las especies de fauna. El número de transectos o puntos deberá ser igual en cada cobertura, así como su longitud.</p> <p>También se deberán implementar técnicas y análisis de monitoreo acústico manuales o automatizadas, con el fin de identificar los niveles de presión sonora causados durante las diferentes etapas de los proyectos y evaluar los impactos causados por el ruido en la fauna. Los indicadores de seguimiento estarán relacionados con el paisaje sonoro con base en la actividad acústica por especie, índices acústicos (bioacústico, complejidad acústica, entropía, dominancia, entre otros), parámetros acústicos por especies (frecuencias mínima, máxima, máxima energía, duración y clasificación del sonido) y oscilogramas y espectrogramas por especie detectada. Así mismo, el monitoreo acústico deberá estar articulado con los puntos de ruido ambiental generados desde el medio abiótico y los niveles de presión sonora deberán presentarse en filtro de frecuencias de tercios de octava en lo posible de 6 Hz a 20 o 24 kHz preferiblemente, dado que este es el ancho de banda en que se encuentra la biofonía.</p> <p><b>Tiempo</b></p> <p>El monitoreo deberá cubrir el tiempo de duración de todas las etapas del proyecto y por cada año deberá tener repeticiones en temporada seca, de transición y de lluvias, empleando el mismo esfuerzo y diseño muestreo.</p> <p><b>Lugar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Áreas priorizadas en el EIA que incluyan coberturas naturales en general y que tengan potencial de intervención, afectación y/o aprovechamiento forestal dentro de todas las actividades del proyecto, o colindantes a las mismas.</li> <li><input type="checkbox"/> Parches de hábitat relevantes para la conectividad ecológica regional que se encuentre dentro del área de influencia biótica del proyecto.</li> <li><input type="checkbox"/> Áreas seleccionadas para la recepción y translocación de fauna afectada por el proyecto.</li> </ul>
Medio biótico	Área Regionalizada/ VEC	Mediante el análisis de conectividad funcional del oso palmero ( <i>Myrmecophaga tridactyla</i> ) y los registros que presenta en el área VEC, en cercanías a vías primarias y secundarias, se evidencio una alta vulnerabilidad de atropellamiento.	Realizar monitoreos de atropellamiento en las vías que sean construidas y/o usadas por los proyectos (como impacto indirecto de estos) que incluyan registros de esta especie en su caracterización, debido a la alta vulnerabilidad que presenta por atropellamiento; por lo que se hace necesario estudios de densidades poblacionales y parámetros ecológicos (y a especies similares como el oso hormiguero ( <i>Tamandua tetradactyla</i> )) a diferentes gradientes de cercanía con las vías, así como implementar "Pasos de fauna" y monitoreos de la efectividad de estos para aumentar la permeabilidad del paisaje, teniendo en cuenta los corredores ecológicos y las zonas de constricción identificados en el modelo de conectividad funcional para su implementación.
Medio biótico	Área regionalizada	Se carece de herramientas de planificación de territorio como POMCAs, en las cuales se definen las necesidades de conservación en el territorio.	Se deben tener en cuenta los determinantes ambientales de mayor jerarquía, e incluirlos como áreas estratégicas para la conectividad, cuando se carezcan de instrumentos de planificación del territorio.
Medio biótico	Área regionalizada	En la zona de estudio es probable que se encuentren comunidades donde predomina la palma de Moriche ( <i>Mauritia flexuosa</i> ), sin embargo, no están plenamente identificadas.	Teniendo en cuenta que el insumo utilizado para el análisis es el mapa de coberturas de la tierra a escala 1:100.000 se debe realizar la verificación en campo de coberturas donde se encuentre asociado la palma de moriche, con el fin de incluirlos en los muestreos y restringir permisos de aprovechamiento en estas zonas.
Medio biótico	Área regionalizada	Se evidencia proyectos agrupados generando clúster, lo que puede derivar en cambios abruptos y contiguos de las coberturas vegetales	En caso de encontrarse con este tipo de asociaciones se deberá tener en cuenta como un área prioritaria de conservación. Tener en cuenta este tipo de coberturas para las salidas de campo, como puntos de muestreo, y tomar como criterio la presencia o ausencia de estas comunidades vegetales en las áreas de intervención de los proyectos.
Medio biótico	Área regionalizada	Existencia de ecosistemas estratégicos en el área regionalizada e identificación de parches de conectividad	Se deben realizar análisis del cambio de coberturas en diferentes períodos de tiempo en el área de influencia de los proyectos para determinar la magnitud de los cambios, en estas situaciones de aglomeración o clúster de producción.
Medio biótico	Área regionalizada	Existencia de ecosistemas estratégicos en el área regionalizada e identificación de parches de conectividad	Priorizar los ecosistemas estratégicos o áreas identificadas con baja conectividad funcional en la propuesta de las actividades en cumplimiento de las obligaciones de compensación e inversión del 1%, con el fin de aumentar la conectividad estructural y funcional en el área regionalizada.
Medio biótico	Área Regionalizada/ VEC	En complemento con el componente hídrico superficial, el cual identifica valores de índice de calidad del agua regulares o malos, además de detectar posibles valores anormales de metales pesados (por encima de los estipulado para calidad de agua según la EPA), se hace necesario verificar las concentraciones reales de estos, en los cuerpos de agua cercanos a los proyectos activos.	<p><b>Modo</b></p> <p>Se requiere analizar en agua, sedimento y tejidos (macrófitas y peces) con métodos que detecten umbrales bajos de metales pesados que permitan realizar análisis respecto a niveles agudos y crónicos de afectación a flora y fauna según la EPA y no solamente teniendo en cuenta el decreto 1076 de 2015. Se recomienda la instalación de muestreadores pasivos en sitios estratégicos (como humedales circundantes a los proyectos) para analizar muestras de sedimento y agua.</p> <p>Se recomienda implementar metodologías como el metabarcoding para la identificación de microorganismos indicadores de contaminación por metales pesados en sitios prospectivos de vertimientos o de captación de agua.</p> <p><b>Tiempo</b></p> <p>Se requiere realizar muestreos periódicos en épocas de bajas precipitaciones, altas y en transición.</p> <p><b>Lugar</b></p> <p>En la subzona hidrográfica del Río Cravo Norte, especialmente en los ríos Lipa y Elé y humedales asociados, y en el Río Arauca.</p>



Medio/ Componente	Alcance	Situación evidenciada	Requerimientos Regionales
Medio biótico	Área regionalizada	Se requiere realizar análisis tendenciales a nivel de comunidades (en términos de composición y estructura) o de poblaciones de fauna (v.g. especies focales o de interés para la conservación identificadas) y generar indicadores de evaluación y seguimiento que permitan identificar cambios asociados a impactos de proyectos a cargo de la Autoridad.	<p><b>Modo</b></p> <p>Establecer un sistema de monitoreo que se implemente durante todas las etapas del proyecto en las diferentes temporadas climáticas asociadas al área regionalizada y que a través del tiempo cumpla con el mismo esfuerzo y diseño de muestreo. Esto permitirá identificar cambios tendenciales en la fauna a nivel de comunidades y de poblaciones de especies de interés y la potencial afectación por impactos provenientes del proyecto.</p> <p>El sistema de monitoreo podrá seguir el método implementado durante la caracterización del EIA. Para metodologías que impliquen puntos de observación y transectos, se deberán realizar al menos cuatro repeticiones por cobertura para disminuir el sesgo por detección de las especies de fauna. El número de transectos o puntos deberá ser igual en cada cobertura, así como su longitud.</p> <p>También se deberán implementar técnicas y análisis de monitoreo acústico manuales o automatizadas, con el fin de identificar los niveles de presión sonora causados durante las diferentes etapas de los proyectos y evaluar los impactos causados por el ruido en la fauna. Los indicadores de seguimiento estarán relacionados con el paisaje sonoro con base en la actividad acústica por especie, índices acústicos (bioacústico, complejidad acústica, entropía, dominancia, entre otros), parámetros acústicos por especies (frecuencias mínima, máxima, máxima energía, duración y clasificación del sonido) y oscilogramas y espectrogramas por especie detectada. Así mismo, el monitoreo acústico deberá estar articulado con los puntos de ruido ambiental generados desde el medio abiótico y los niveles de presión sonora deberán presentarse en filtro de frecuencias de tercios de octava en lo posible de 6 Hz a 20 o 24 kHz preferiblemente, dado que este es el ancho de banda en que se encuentra la biofonía.</p> <p><b>Tiempo</b></p> <p>El monitoreo deberá cubrir el tiempo de duración de todas las etapas del proyecto y por cada año deberá tener repeticiones en temporada seca, de transición y de lluvias, empleando el mismo esfuerzo y diseño muestreo.</p> <p><b>Lugar</b></p> <p>Áreas priorizadas en el EIA que incluyan coberturas naturales en general y que tengan potencial de intervención, afectación y/o aprovechamiento dentro de todas las actividades del proyecto.</p> <p>-Coberturas naturales presentes en el área regionalizada y el VEC.</p>
Atmosférico	Área Regionalizada	Con la entrada en vigor de la Resolución 2254 de 2017 del MADS, a partir del 1 de enero de 2018 no se cuenta con un nivel máximo permisible para Partículas Suspendidas Totales (PST).	En el marco de las evaluaciones, los contaminantes a monitorear deben corresponder a los normalizados actualmente, los establecidos en los términos de referencia específicos e incluir los que estén en el inventario de emisiones atmosféricas. Si los contaminantes monitoreados no cumplen los criterios relacionados se debe solicitar como información adicional el complemento de la caracterización de línea base.
Atmosférico	Área Regionalizada	Desde el punto de vista de la modelación de calidad del aire estas son las recomendaciones para evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es recomendable que los proyectos presenten aforos vehiculares donde se presente la información del total de tráfico promedio diario y se discriminen los aportes de cada uno de los proyectos a dicho tráfico promedio diario, esto permitiría una mejor identificación de los impactos acumulativos en la alteración a la calidad del aire. No se considera necesario que el 100% de las vías sean aforadas, es importante contar con información de las vías más representativas las vías menores pueden ser aforadas usando métodos estadísticos de muestreo.</li> <li>Es recomendable que los proyectos en el inventario de emisiones atmosféricas presenten como mínimo para los contaminantes criterio PM10, PM2.5, NO2 y SO2, desagregando espacial (por geometría de las fuentes) y temporalmente (con perfil de resolución anual y mensual para cada fuente o grupo de fuentes)</li> </ul>



Medio/ Componente	Alcance	Situación evidenciada	Requerimientos Regionales
Atmosférico	Área Regionalizada	De acuerdo con el análisis realizado a partir de los resultados obtenidos en la modelación de ruido, se debe tener en cuenta que en la zona existen fuentes de ruido adicionales que no fueron valoradas pero que dada su operación podrán influenciar el nivel de ruido ambiente en la zona aportando niveles de presión sonora y generando efectos auditivos que no se pueden dilucidar en el modelo de ruido propiamente, tales como la actividades de las comunidades, la actividad turística y los medios de transporte asociados a las mismas.	<p>Con el fin de reducir el grado de incertidumbre que se tiene sobre los efectos relacionados con la sensación de sonoridad, es importante que durante etapas de evaluación se generen obligaciones específicas en relación a que los estudios de evaluación y caracterización de ruido ambiente atiendan consideraciones especiales con el fin de identificar molestias asociadas a tonalidades, correcciones específicas en bajas frecuencias, tiempos de medición prolongados o estadísticamente representativos, lo anterior teniendo en cuenta las condiciones de modo, tiempo y lugar de operación de la fuente ruidosa, mediciones de condiciones críticas de operación de la fuente, diseño de redes de monitoreo de ruido, valorar la influencia del viento sobre los instrumentos de medida entre otros, a fin de valorar dicho impacto sobre las poblaciones o receptores más cercanos.</p> <p>Para lo cual es importante tener en cuenta recomendaciones a la luz de estándar internacionales (p. ej. ISO 1996) e instrumentos como obligaciones mínimas emitidas por la Autoridad ambiental para este tipo de proyectos en específico, donde se presentan obligaciones claras y unificadas en las condiciones de modo, tiempo y lugar.</p> <p>Adicionalmente y con el fin de conocer los posibles impactos asociados a las emisiones de ruido producto de las actividades a realizar en las zonas prospectivas o de modificación de proyectos ya existentes, se considera relevante que los licenciatarios presenten información relacionada con modelaciones acústicas así como los criterios técnicos tenidos en cuenta para la generación de resultados, dentro de las cuales se recomienda enfatizar en la entrega de archivos de modelación (archivo nativo), inventario de fuentes detallado y con un adecuado sustento, incluyendo aforos vehiculares con representatividad de las principales vías identificadas en el área de influencia.</p>
Recurso hídrico superficial	Valoración Económica Ambiental	Para desarrollo de las valoraciones económicas como para la información del análisis de internalización regulado mediante la resolución 1669 de 2017.	<p>Para evaluación y seguimiento se realizan las siguientes recomendaciones:</p> <p>La cuantificación y monetización de los costos de tratamiento evitados para el mejoramiento de la calidad de agua son medidas potencialmente útiles dentro la valoración económica del servicio de calidad hídrica, siempre y cuando se consolide la información necesaria para establecer las funciones de costos correspondientes.</p> <p>Dentro de los análisis de calidad hídrica de fuentes de abastecimiento para los acueductos que suministran agua potable, la turbidez se constituye en un punto de referencia para la determinación de los costos de tratamientos del agua, así como de monitoreo frecuente para conocer el estado de la calidad del agua.</p> <p>Los impactos no internalizables sobre el recurso hídrico se recomienda sean tratados con métodos de valoración económica total – VET que permitan una aproximación más integral a los costos ambientales de su deterioro.</p>
Paisaje	Área regionalizada	La localización de elementos discordantes en las condiciones actuales del paisaje en términos de calidad y fragilidad visual en el desarrollo de nuevos proyectos puede incrementar la sensibilidad de la calidad escénica en los sectores donde se agrupan dichos elementos.	<p>Se recomienda para los nuevos proyectos establecer la condición escénica del paisaje actual y estimar los cambios frente a la localización de elementos discordantes (infraestructura proyectada – escenario con proyecto), considerando la fragilidad visual de las unidades de paisaje antes y después de las intervenciones y los rangos de visibilidad acordes con los elementos discordantes evaluados y la localización de los observadores respecto a estos.</p> <p>Es necesario analizar los resultados obtenidos en cuanto a la percepción de las comunidades frente a los posibles cambios en la calidad escénica, ya sea en relación con proyectos similares en el área o puntualmente frente al escenario planteado para el proyecto a evaluar.</p> <p>Adicionalmente es importante establecer la localización de los sitios de interés paisajístico respecto a la infraestructura o elementos discordantes proyectados, de manera que se garantice la protección de las condiciones escénicas y se formulen las medidas de manejo pertinentes.</p> <p>De ser necesario, se puede considerar la formulación de un programa de compensación por afectación paisajística, en caso de que los efectos sobre el paisaje generados por el proyecto no puedan ser prevenidos, manejados, mitigados o corregidos.</p>
Cambio climático	Área regionalizada	Considerando los escenarios de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para el departamento de Arauca y el PRIGCCO existe una tendencia al aumento de la temperatura y de precipitaciones para la región, expuesta a eventos extremos de incendios forestales o inundaciones extremas	<p>Tener en cuenta en el otorgamiento de permisos asociados al uso y demanda del recurso hídrico, la ocurrencia de fenómenos extremos asociados a la variabilidad climática como fenómeno El Niño.</p> <p>Se recomienda para nuevos proyectos a licenciar en la región se identifique y analice el grado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por cambio climático, así como las fuentes generadoras de emisiones de gases de efecto invernadero con el fin de incorporar la obligación mínima con énfasis de cambio climático.</p>
Cambio climático	Área regionalizada	Los proyectos que fueron licenciados o presentaron modificación entre el periodo 2019 y 2022 debieron incorporar la obligación mínima de cambio climático.	Se recomienda que los proyectos que presenten una modificación a su licencia ambiental deberán incorporar las consideraciones de cambio climático.



## CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES EXTERNAS

Medio/ Componente	Alcance	Situación evidenciada	Requerimientos Regionales
Medio biótico	Área Regionalizada / VEC	Se identifican vacíos de información primaria, por lo que se hace necesario mejorar la información biótica de las zonas con licenciamiento ambiental.	<p>Es necesario mejorar la información biológica de las zonas con licenciamiento ambiental a partir de información primaria y monitoreos sistemáticos que sean confiables y en puntos estratégicos a nivel regional. Así como la generación de información relacionada con la afectación por tensores antrópicos al medio biótico (por ejemplo, como la afectación de metales pesados sobre la fauna acuática, umbrales de ruido perjudiciales a la fauna terrestre y acuática, entre otros), información de base que facilitaría la identificación y claridad de los impactos generados por cada tipo de proyecto y la magnitud de estos sobre la fauna.</p> <p>Adicionalmente, se requiere que la información asociada al aprovechamiento forestal otorgado por autoridades regionales pueda ser consultadas de manera virtual.</p>
Medio biótico	Área Regionalizada	Disponibilidad limitada de áreas de aprovechamiento forestal proveniente de proyectos	Generar capas que relacionen el área de aprovechamiento forestal acumulado por año en cada proyecto con el fin de identificar áreas con pérdida de hábitat disponible para la fauna provenientes de forma directa de los proyectos en evaluación y seguimiento de la Autoridad y poder incluirlas en los modelos de especies y tendencias.
Recurso hídrico Subterráneo	Área Regionalizada	Para realizar la caracterización del componente hidrogeológico se utilizó la información suministrada por CORPORINOQUIA, entre la información se encontraba el documento titulado "Realizar el Estudio Hidrogeológico para identificación y Delimitación de Zonas de Recarga de Acuíferos Para Abastecimiento del Recurso Hídrico en el Municipio de Arauca". Al revisar el estudio, se evidencia que este no permite establecer un marco hidrogeológico que permita tener un conocimiento de la presencia, almacenamiento y distribución del agua subterránea, por otro lado, no cumple su objetivo de delimitar las áreas de recarga y solo tiene en cuenta la caracterización de los primeros metros del subsuelo (depósitos cuaternarios).	Se recomienda ampliar el conocimiento hidrogeológico de la zona de estudio por parte de las instituciones competentes SGC, IDEAM, CORPORINOQUIA, con el fin de establecer un modelo hidrogeológico conceptual del área regionalizada, que permita tener mayor certidumbre de la presencia, almacenamiento y distribución del agua subterránea, identificando las principales unidades hidrogeológicas y su presencia tanto en área como en profundidad. Todo en pro de mejorar el conocimiento que permita tomar decisiones informadas y permitir establecer medida de gestión para el recurso hídrico presente en la zona de estudio.
Recurso hídrico Subterráneo	Área Regionalizada	No se cuentan con instrumentos de planificación del recurso hídrico subterráneo y este es la principal fuente de abastecimiento del área. .	Se recomienda a CORPORINOQUIA elaborar y emitir el PMAA del sistema acuífero SAP 3.3 Arauca-Araucuita (IDEAM, 2014), que permita establecer medidas de gestión para el recurso hídrico presente en la zona de estudio.
Atmosférico	Área Regionalizada	La generación de modelos de calidad del aire requiere el monitoreo de concentraciones de fondo regionales para la reducción de la incertidumbre, al igual que el desarrollo de un inventario formal de emisiones atmosféricas.	Es recomendable que la autoridad ambiental diseñe, instale y opere una red sencilla pero robusta donde se incluya monitoreo de concentraciones de fondo regionales a fin aportar insumos para las modelaciones y desarrollo de un inventario formal de emisiones atmosféricas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

» Agencia Nacional de Tierras (2021). Portal de Datos Abiertos de la ANT. <https://data-agenciadetierras.opendata.arcgis.com/search?bbox=-78.63251140099999%2C-4.162575697863157%2C-66.85665079699999%2C12.45734023660208&collection=Dataset>

» Agencia nacional de Minería, 2017. Caracterización de la actividad minera departamental. DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

» ANLA. Tableros de control de la Oficina Asesora Jurídica. <http://portal.anla.gov.co:81/analitica-datos>

» ANLA. Tableros de control de la Subdirección de Mecanismos de Participación Ciudadana Ambiental. vamos <http://portal.anla.gov.co:81/analitica-datos>

» DANE. (2019). Tabla de Municipios. <https://www.dane.gov.co/files/censo2005/provincias/subregiones.pdf>

» Defler, T. (2010). Historia Natural de los Primates Colombianos. Universidad Nacional de Colombia (Segunda ed.).

» Equipo de Gobierno Departamental. (2020). Plan de Desarrollo Departamental: Así Todos Ganamos 2020-2023.

» Fahrig, L., & Rytwinski, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecol. Soc.*, 14. doi:<https://doi.org/10.5751/ES-02815-140121>.

» Fundación Orinoquia Biodiversa. 2016. Caracterización Biofísica y Socioeconómica del polígono Sabanas y Humedales de Arauca seleccionado por Parques Nacionales Naturales como área potencial para la declaratoria de un área protegida. Convenio de asociación N°006 de 2014 celebrado entre Parques Nacionales Naturales de Colombia – Dirección Territorial Orinoquia, Corporinoquia, Fundación Orinoquia Biodiversa – FOB. Tame, Arauca.

» Fundación Orinoquia Biodiversa. 2016. Caracterización Biofísica y Socioeconómica del polígono Sabanas y Humedales de Arauca seleccionado por Parques Nacionales Naturales como área potencial para la declaratoria de un área protegida. Convenio de asociación N°006 de 2014 celebrado entre Parques Nacionales Naturales de Colombia – Dirección Territorial Orinoquia, Corporinoquia, Fundación Orinoquia Biodiversa – FOB. Tame, Arauca.

» Hansen, M. C. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342, 850-853. doi:10.1126/science.1244693

» IDEAM. (2017). Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos. [http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222663/E\\_ECCMC\\_Ver21\\_100K.pdf/addc175f-3ac6-415b-9b9e-a1c4368b5b3e](http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222663/E_ECCMC_Ver21_100K.pdf/addc175f-3ac6-415b-9b9e-a1c4368b5b3e)

» IDEAM. (2017). Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos. [http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222663/E\\_ECCMC\\_Ver21\\_100K.pdf/addc175f-3ac6-415b-9b9e-a1c4368b5b3e](http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222663/E_ECCMC_Ver21_100K.pdf/addc175f-3ac6-415b-9b9e-a1c4368b5b3e)

» Kephelopoulos S, Paviotti M, Anfosso-Lédée F. Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU). EUR 25379 EN. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2012. JRC72550 - <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC72550> The Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) Research Project NANR 208: Noise Modelling - Final Report – Part 1: Project Approach

» Lasso, C. A., A. Rial y V. González-B. (Editores). 2013. VII. Morichales y canangunchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia - Venezuela. Parte I. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D. C., Colombia. 344 pp

» Lasso, C. A., A. Rial y V. González-B. (Editores). 2013. VII. Morichales y canangunchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia - Venezuela. Parte I. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D. C., Colombia. 344 pp.

» Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Editores). 2014. XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D. C., Colombia. 303 pp



» Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Editores). 2014. XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 303 pp.

» Lasso, C. A., G. Colonnello y M. Moraes R. (Editores). 2016. XIV. Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 573 pp

» Lasso, C. A., G. Colonnello y M. Moraes R. (Editores). 2016. XIV. Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 573 pp.

» Manual de usuario 8.2 SoundPLAN GmbH / SoundPLAN International LLC Stand: January 2019

» Polanco-Ochoa, R., López-Arévalo, H., Arce, M., & Camargo, A. A. (2006). Oso hormiguero palmero (*Myrmecophaga tridactyla*). En J. Rodríguez-Mahecha, M. Alberico, F. Trujillo, & J. Jorgenson, *Libro Rojo de los Mamíferos de* (págs. 182-194). Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

» Rangel, O. 1998. Flora orinoquense. Pp: 103-133. En: C. Domínguez (Ed.), Colombia. Orinoco. Fondo FEN Colombia, Instituto Estudios Orinocenses - Universidad Nacional de Colombia Sede Arauca. Instituto de Estudios de la Orinoquia. Universidad Nacional de Colombia Sede Orinoquia. Bogotá.

» Rangel, O. 1998. Flora orinoquense. Pp: 103-133. En: C. Domínguez (Ed.), Colombia. Orinoco. Fondo FEN Colombia, Instituto Estudios Orinocenses - Universidad Nacional de Colombia Sede Arauca. Instituto de Estudios de la Orinoquia. Universidad Nacional de Colombia Sede Orinoquia. Bogotá.

» Resolución 2254. (2017). Resolución 2254 de 2017, de 01 de noviembre. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, *DiaRío Oficial* N° 50415, 12 noviembre de 2017.

» Resolución 627. (2006). Resolución 627 de 2006, de 06 de abril. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, *DiaRío Oficial* N° 46239, 12 abril de 2006.

» Rojano, C., Lopez Giraldo, M., Miranda-Cortes, L., & Avila, R. (2015). Área de vida y uso de hábitats de dos individuos de oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*) en Pore, Casanare, Colombia. *Edentata*, 37–45.

» Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Sostenible de Arauca. (2020-2023). *Plan Departamental de Extensión Agropecuaria de Arauca 2020-2023*.

» Standards BS 5228-2:2009+A1:2014 - Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Vibration - Current Published on: 1 Jan 2009

» Standards ISO 9613-2:1996 Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation Fecha - 1996-12-05

» Standards VDI 3732 Standard noise levels of technical sound sources – Flares Publication date 1999-02

» Stevenson, P. 2. (2007). Estimates of the number of seeds dispersed by a population of primates in a lowland forest in western Amazonia. En A. S.: Dennis, *Seed dispersal: Theory and its application in a changing world*. (págs. 340-362). Wallingford, United Kingdom: CAB International.

» Sulla-Menashe, D., & Friedl, M. (2021). MODIS/Terra+Aqua Land Cover Type Yearly L3 Global 500 m SIN Grid. Obtenido de 10.5067/MODIS/MCD12Q1.006

» Tirira, D. & V.-B.-R. (2019). *Tropical Ungulates of Ecuador: An Update of the State of Knowledge*. doi:10.1007/978-3-030-28868-6\_11

» Tobler, M. C.-P. (2008). An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, 11, 169–178.

» Tobler, M. H.-H. (2013). Estimates of density and sustainable harvest of the lowland tapir *Tapirus terrestris* in the Amazon of French Guiana using a Bayesian spatially explicit capture–recapture model. *Oryx*, 48, 410–419.

» Zarate, D. &. (2014). Behavioral ecology and inter-individual distance of woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha*) in a rainforest fragment in Colombia. En T. &. Defler, *Primer Estudio De Estrategias Ecológicas De Monos Churuco (Lagothrix Lagothricha) En Bosques Fragmentados (Guaviare, Colombia)*. (Vol. 13, págs. 227-245). Springer New York. doi:10.1007/978-1-4939-0697-0\_13

