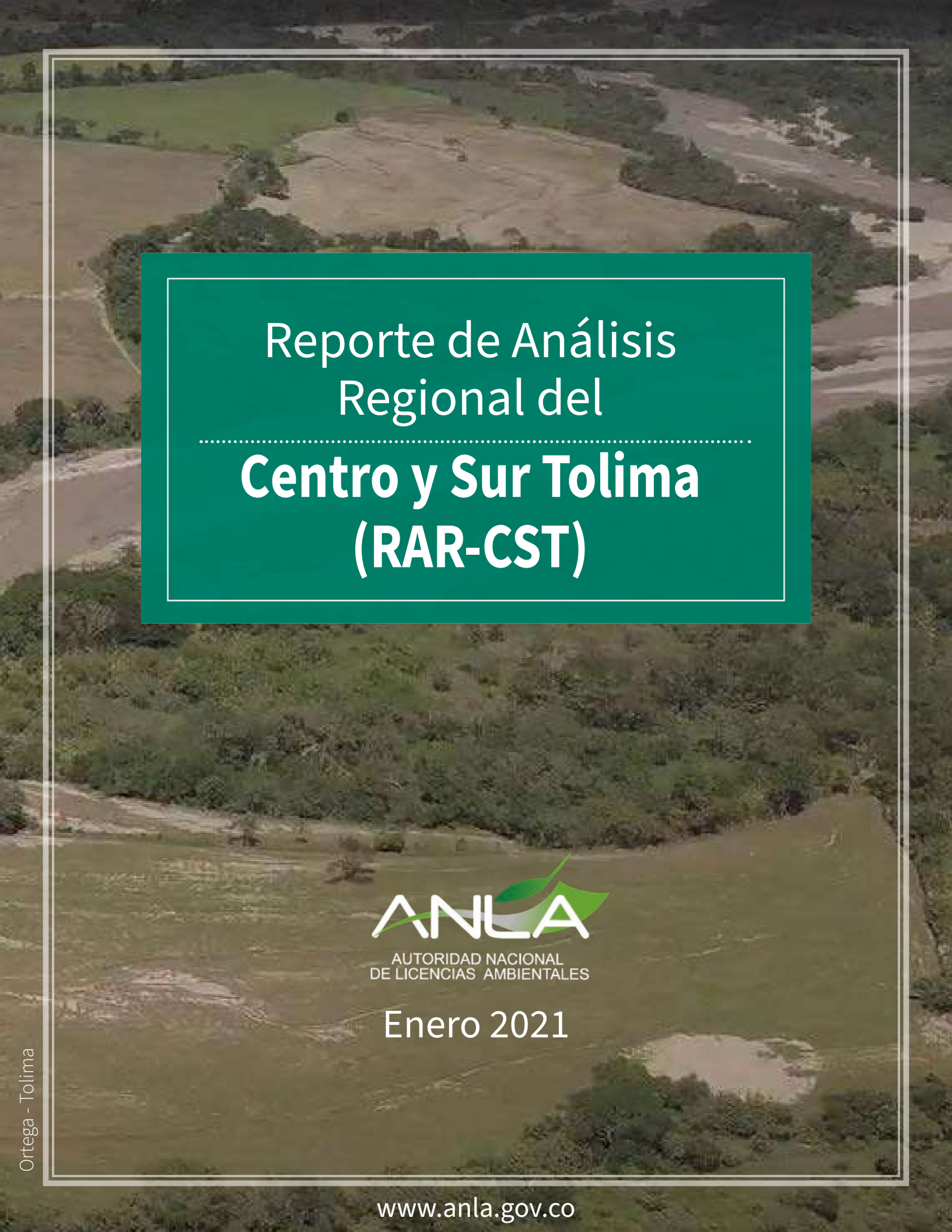




Reporte de Análisis Regional del **Centro y Sur Tolima** **(RAR-CST)**



Enero 2021

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)



Rodrigo Suárez Castaño

Director General Autoridad Nacional
de Licencias Ambientales

Carlos Alonso Rodríguez

Subdirector Instrumentos Permisos y
Trámites Ambientales

William Alfredo Pabón

Líder de Análisis Regional

Javier Hernando Beltran

Profesional componente Atmosférico

Esther Julia Olaya

Gloria Patricia Moscote Ordoñez

Andrea Gonzalez Rendon

Profesional Componente Hídrico Superficial

Johanna Parra Correa

Profesional componente Hídrico Subterráneo

Juliana Andrea Torres

Alfredo Fajardo Gomez

Angelica Maria Benitez

Profesional medio Biótico

Yeimy Lorena Amazo

Jenny Magaly Jaramillo

Profesional medio Socioeconómico

Martha Del Pilar Moreno

Hernan Gonzalo Yanguatin

Profesional valoración económica

Jenny Andrea Acosta

Profesional cambio climático



ENERO 2021

Contenido

1. ÁREA DE ESTUDIO	5
2. ESTADO DE LICENCIAMIENTO	6
3. SENSIBILIDAD AMBIENTAL FRENTE AL SEGUIMIENTO DE PROYECTOS	11
4. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS	12
5. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL	15
5.1. MEDIO SOCIOECONÓMICO	15
5.1.1. CONFORMACIÓN DE LA POBLACIÓN	15
5.1.2. CONDICIONES DE VIDA	16
5.1.3. ENTORNO DE DESARROLLO	17
5.1.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS	18
5.1.5. RESGUARDOS INDÍGENAS Y CCCN	19
5.1.6. PLANES DE DESARROLLO CON ENFOQUE TERRITORIAL (PDET)	19
5.1.7. PERCEPCIÓN DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL Y DENUNCIAS AMBIENTALES	22
5.1.8. QUEJAS AL TRÁMITE, DENUNCIAS AMBIENTALES Y SOLICITUDES DE INFORMACIÓN (QUEDASI)	23
5.1.9. ESTADÍSTICAS SOBRE PRESUNTAS DENUNCIAS AMBIENTALES (GEOVISOR AGIL)	24
5.1.10. DENUNCIAS AMBIENTALES CORTOLIMA	24
5.1.11. CRITERIOS TÉCNICOS PARA FUTURAS EVALUACIONES Y SEGUIMIENTO DE POA EN EL MARCO DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL PARA EL MEDIO SOCIOECONÓMICO	25
5.2. MEDIO ABIÓTICO	25
5.2.1. COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL	25
5.2.2. VALORACIÓN ECONÓMICA SERVICIO DE PROVISIÓN HÍDRICA	45
5.2.3. COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO	50
5.2.4. CONTINGENCIAS POR DERRAME DE HIDROCARBUROS: ANÁLISIS CONJUNTO AGUA SUPERFICIAL, SUBTERRÁNEA Y SUELO	68
5.2.5. COMPONENTE ATMOSFÉRICO	74

5.3.	MEDIO BIÓTICO	88
5.3.1.	CONTEXTO REGIONAL	88
5.3.2.	DINÁMICA FAUNÍSTICA	90
5.3.3.	ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN, GESTIÓN Y MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD	101
5.3.4.	DIAGNÓSTICO APROVECHAMIENTO FORESTAL, COMPENSACIONES AMBIENTALES E INVERSIÓN NO MENOR DEL 1% EN LA REGIÓN	102
5.3.5.	CRITERIOS TÉCNICOS PARA FUTURAS EVALUACIONES Y SEGUIMIENTO DE POA EN EL MARCO DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL PARA EL MEDIO BIÓTICO.	104
5.4.	CAMBIO CLIMÁTICO	108
	EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO	110
	AMENAZA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA	111
	CRITERIOS TÉCNICOS PARA FUTURAS EVALUACIONES EN EL MARCO DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL	112
6.	ANÁLISIS DE INTEGRALIDAD E IMPACTOS ACUMULATIVOS	112
6.1.1.	ÁREA DE MAYOR CONFLUENCIA DE POA	112
6.2.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PRESENTES Y FUTURAS PREVISIBLES	113
6.2.1.	SECTOR MINERO	114
6.2.2.	ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y PECUARIA	115
6.2.3.	SECTOR HIDROCARBUROS	117
6.2.4.	SECTOR INFRAESTRUCTURA	117
6.2.5.	SECTOR ENERGÍA	118
6.3.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS	120
6.3.1.	IDENTIFICACIÓN DE LOS VEC	120
6.3.2.	DETERMINAR LA CONDICIÓN ACTUAL DE LOS VEC Y LAS POTENCIALES AFECTACIONES POR IMPACTOS ACUMULATIVOS	122
	ATRIBUTO 1. FUENTES ABASTECEDORAS CON ALTA VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO EN TEMPORADA SECA.	122
	ATRIBUTO 2. VERTEBRADOS SEMIACUÁTICOS AMENAZADOS (TORTUGA Y NUTRIA)	129

ATRIBUTO 3. SISTEMAS SOCIO-PRODUCTIVOS DE COMUNIDADES ÉTNICAS Y CAMPESINAS	137
6.4 MANEJO DEL VEC	145
6.4.1 CRITERIOS TÉCNICOS EN EL MARCO DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL DE LA ANLA Y AUTORIDADES AMBIENTALES COMPETENTES	145
6.4.2 RECOMENDACIONES EXTERNAS	150
7. REFERENCIAS	152

Reporte de Análisis Regional del Centro y Sur Tolima (RAR-CST)

El Reporte de Alertas es un documento que reúne los aspectos más relevantes sobre el estado de los recursos naturales por componentes y la sensibilidad del medio natural y social frente al desarrollo de proyectos, obras y actividades (POA) objeto de licenciamiento ambiental en un área determinada; realizado conforme a la revisión de información interna y de la suministrada por las Autoridades Regionales y la obtenida de otras entidades.

Este reporte tiene como objetivo ofrecer al lector una aproximación sobre el estado y sensibilidad de los recursos naturales en un contexto regional del Centro y Sur del Tolima permitiendo el conocimiento de la dinámica ambiental territorial, contribuyendo a la toma de decisiones en los procesos de evaluación y seguimiento ambiental regional de la ANLA. Por lo tanto, la información contenida tiene un alcance estrictamente regional y sus resultados no podrán ser homologados a una escala diferente.

Fecha de corte de actualización de la información: para la actualización se realizó la revisión de la información documental que reposa en los expedientes de la Autoridad con corte a agosto de 2020, así como la suministrada por CORTOLIMA y por otras entidades para ese mismo corte.

1. ÁREA DE ESTUDIO

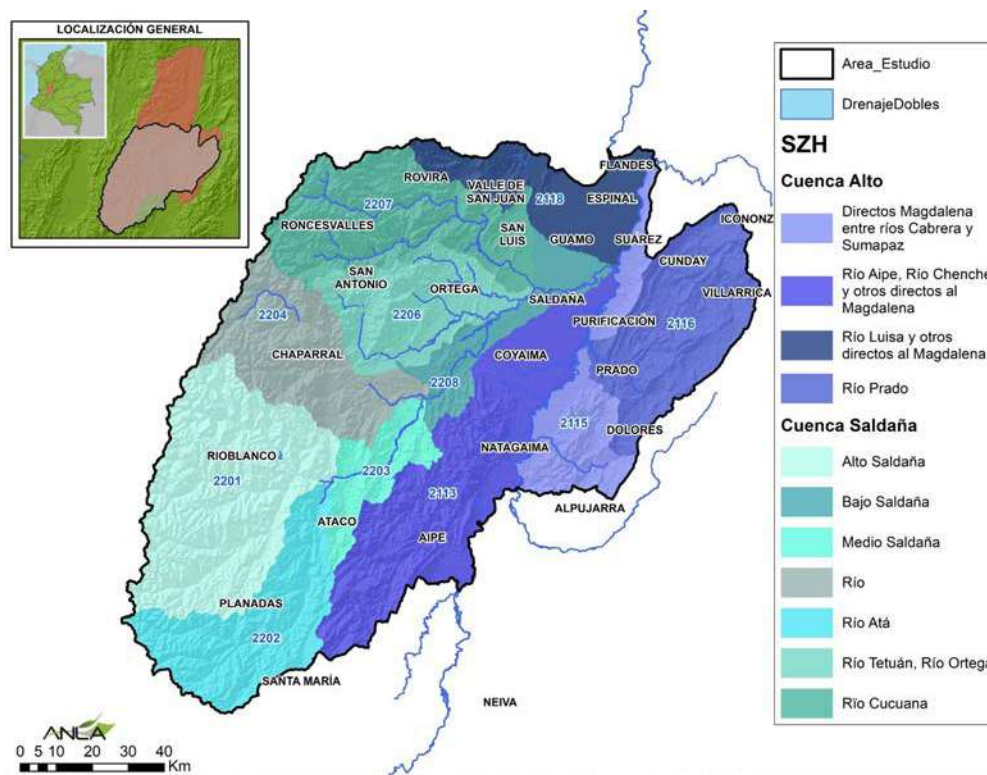
El área de estudio se localiza en los municipios de Espinal, Flandes, Valle de San Juan, Rovira y San Luis de la provincia Ibagué (Centro); en los municipios de Guamo, Saldaña, Cunday, Prado, Purificación y Dolores de la provincia Suroriente y en los municipios de la provincia Sur del departamento del Tolima (Ataco, Chaparral, Coyaima, Natagaima, Ortega, Planadas, Rioblanco, Roncesvalles y San Antonio). Adicionalmente tres (3) municipios del norte del Departamento de Huila (Aipe, Villavieja, Neiva).

Desde términos hidrológicos, esta área de estudio comprende según la zonificación y codificación de unidades hidrográficas del IDEAM: la cuenca del Río Saldaña (ZH:22) más otros aportantes de la cuenca del Alto Magdalena, específicamente las SZH: de directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (2115); Río Aipe, Río Chenche (2113); Río Prado (2116); Río Luisa y otros directos al Magdalena (2118) (Figura 1).

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Figura 1. Área de estudio Subzonas Hidrográficas



Fuente. ANLA, 2020 adaptado de IDEAM.

Por otra parte, se aclara que la Corporación Autónoma Regional de Tolima – CORTOLIMA desde el 2018 cuenta con una clasificación y codificación de Cuencas delimitada sobre cartografía IGAC 25.000 disponible para consulta y visualización en el visor cartográfico de CORTOLIMA (<https://sia.cortolima.gov.co/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=c231327f572c4864b211076af24f89da>)

2. ESTADO DE LICENCIAMIENTO

De acuerdo con la información disponible a 30 de agosto de 2020 en el Sistema de Información de Licencias Ambientales de la ANLA- SILA, en esta área actualmente se encuentran un total de 64 proyectos activos en estado de seguimiento ambiental. La distribución de los tipos de proyectos en relación por sector se aprecia en la Figura 2 donde, del total de proyectos, predomina el sector hidrocarburos (73%); seguido por proyectos de infraestructura vial principalmente (9%); en tercer lugar, los proyectos de generación y conducción de energía (8%) y finalmente el sector de minería y agroquímicos con 5% respectivamente.

Figura 2. Porcentaje de distribución de proyectos por sector

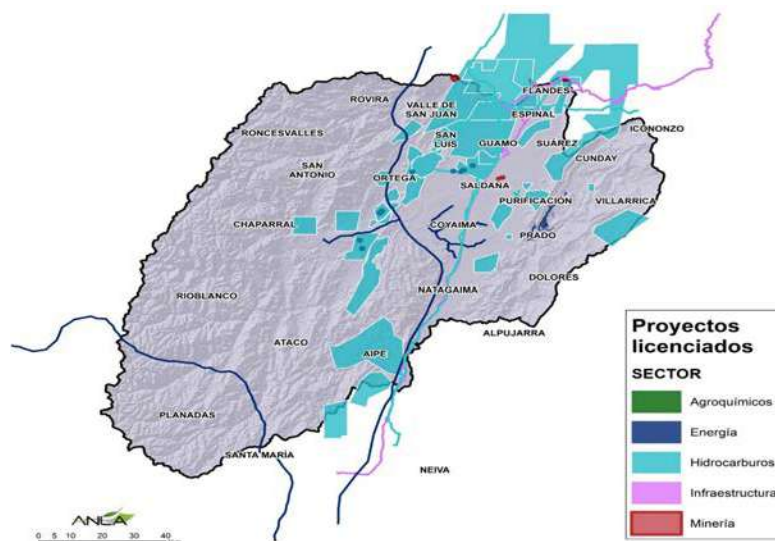


Fuente: ANLA, 2020.

De igual forma en la Figura 3 se detalla la presencia de proyectos de bloques de hidrocarburos junto con las líneas de proyectos de transporte y conducción de hidrocarburos, líneas de proyectos viales y líneas de transmisión de energía.

Finalmente, de los 64 proyectos activos en seguimiento: el 78,12% se encuentran en etapa de operación (n=50); el 15,62% en etapa de desmantelamiento y abandono (n=10) y el 6,25% restante en etapa de construcción.

Figura 3. Proyectos, obras y actividades en seguimiento por sector



Fuente: ANLA. 2020

En la parte norte del área de estudio, se incluye los polígonos de hidrocarburos que presentan una parte del polígono dentro del área de estudio.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Tabla 1. Listado de proyectos en el área de estudio

SECTOR	TIPO PROYECTO	EXPEDIENTE	PROYECTO	ETAPA
Hidrocarburos	Exploración	LAM0108	Perforación Del Pozo Guácimo 2	Operación
		LAM1073	PMA Perforación Pozo Exploratorio Balcón 9 (Campo Balcón).	Operación
		LAM1248	Explotación De Los Campos Venganza Y Revancha "Áreas De Mayor Interés Venganza M"	Operación
		LAM1547	Área De Perforación Exploratoria Alameda	Desmantelamiento y/o abandono
		LAM1800	Bloque De Perforación Exploratoria Chipalo	Desmantelamiento y/o abandono
		LAM1970	Área De Interés De Perforación Exploratoria Las Moyas	Desmantelamiento y/o abandono
		LAM2482	Área De Interés De Perforación Exploratoria Del Pozo Himalaya 1	Operación
		LAM2523	Área De Perforación Exploratoria Pijao	Operación
		LAM2537	Bloque Exploratorio Bugarviles	Desmantelamiento y/o abandono
		LAM2796	Área de Interés De Perforación Exploratoria Estambul	Desmantelamiento y/o abandono
		LAM2846	Área de Interés De Perforación Exploratoria Prado-1	Operación
		LAM2932	Licencia Ambiental Campo Pauta Y Bloque Chaparral.	Operación
		LAM3393	Área De Perforación Exploratoria Revancha Sur-Pozo Revancha Sur 1	Operación
		LAM3457	Área De Perforación Exploratoria En El Sector Este Del Bloque El Queso	Desmantelamiento y/o abandono
		LAM3620	Área De Perforación Exploratoria Cascabel Ai Gladiador	Desmantelamiento y/o abandono
		LAM3717	Gasoducto Área Ortega Saldaña	Operación
		LAM3864	Área De Mayor Interés Aralia	Operación
		LAM3879	Área De Perforación Exploratoria Doima-San Luis	Operación
		LAM3929	Área De Perforación Exploratoria Doima-Ortega	Operación
		LAM4065	Áreas De Perforación Exploratoria Santana - Bloque Abanico	Desmantelamiento y/o abandono
		LAM4944	Área De Perforación Exploratoria Vsm-10	Operación
		LAV0091-13	Áreas De Perforación Exploratoria Vsm 9 (Huila - Tolima)	Operación
	Explotación	LAM0093	Cpr Espinal Campo Purificación	Operación
		LAM0140	Pozo De Desarrollo Quimbaya 3 Y 4	Operación
		LAM0215	Asociación Palermo Campo San Francisco Y Balcón	Operación
		LAM0236	Campos Santa Clara Y Balcón	Operación
		LAM0457	Líneas De Flujo Venganza 1-Revancha 1-Ppf	Operación
		LAM1366	Reanudación De Labores De La Asociación Tolima B. Para Los Campo Río Saldaña Y Olini.	Operación

INSTRUMENTO DE REGIONALIZACIÓN

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales

SECTOR	TIPO PROYECTO	EXPEDIENTE	PROYECTO	ETAPA
	Explotación	LAM2028	Modificación Licencia Ambiental Global Campo Abanico	Operación
		LAM2082	Áreas De Interés De Perforación Exploratoria Calarma «Áreas De Interés Sur»	Desmantelamiento y/o abandono
		LAM2344	Establecimiento Del Plan De Manejo Ambiental Para El Campo Quimbaya	Operación
		LAM3328	Campo De Desarrollo Chenche	Operación
		LAM3432	Áreas De Perforación Exploratoria Guácimo	Operación
		LAM3803	Bloque Andino Sur	Operación
		LAM4163	Áreas De Producción Don Pedro	Operación
		LAM4746	Desarrollo De La Explotación Petrolera En El Bloque San Luis	Operación
		LAM4750	Bloque De Desarrollo Buganviles	Operación
		LAM4878	Explotación y Desarrollo del Bloque de Asociación Tolima B	Operación
		LAM5192	Área De Explotación Del Bloque Guácimo	Operación
	Transporte y Conducción	LAM0022	Oleoducto Del Valle Del Magdalena Tenay Vasconia Coveñas	Operación
		LAM0069	Operación Y Mantenimiento Del Gasoducto Centro Oriente	Operación
		LAM0081	Plan De Manejo Ambiental Del Sistema De Transporte De Hidrocarburos Toldado-Gualanday	Operación
		LAM0138	Gasoducto Montañuelo - Gualanday	Operación
		LAM0170	Poliducto Gualanday Natagaima (Cruce Rio Saldaña)	Operación
		LAM1745	Red Domiciliaria De Gas Natural En Purificación (Tolima).	Operación
		LAM1818	Construcción Y Operación Del Gasoducto Ramal Chicoral-Ricaurte, Ricaurte - Buenos Aires- Ibagué	Operación
		LAM2432	Oleoducto Guando - Chicoral, Gasoducto Flandes - Guando Y Acueducto Rio Magdalena - Guando,	Operación

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

SECTOR	TIPO PROYECTO	EXPEDIENTE	PROYECTO	ETAPA
Infraestructura	Carreteras	LAM1312	Variantes Bache - Arenosa - Natagaima - El Guamo Y Aipe, Departamentos Del Tolima Y Huila	Operación
		LAM1838	Mejoramiento De La Carretera Avenida Boyacá Con Autopista Sur - Girardot.	Operación
		LAM3346	Proyecto Vial Variante Natagaima, Departamento Del Tolima	Operación
		LAV0059-00-2016	Construcción Par Vial Unidad Funcional 5 - Sector Espinal - Flandes, Concesión Autovía Neiva - Girardot	Construcción
		LAV0063-00-2015	Construcción De La Variante Flandes - Girardot, Que Incluye Un Puente Sobre El Río Magdalena	Desmantelamiento y/o abandono
	Segundas Calzadas	LAM4205	Construcción De La Doble Calzada Variante De Picaleña	Operación
Minería	Materiales de construcción y arcillas o minerales industriales no metálicos	LAM1499	Plan de Manejo Ambiental Para La Explotación De Calizas En Payandé	Operación
		LAM4924	Explotación Técnica De Materiales De Construcción - Contrato De Concesión Fd2-154.	Operación
	Otros minerales y materiales	LAM5688	Plan De Manejo Ambiental Explotación de Material De Arrastre Del Río Magdalena Localizado En El Sector Denominado Isla Del Sol En Jurisdicción Del Municipio De Ricaurte Departamento Del Cundinamarca.	Operación
Agroquímicos	Plaguicidas uso Agrícola	LAV0066-00-2017	Licencia Ambiental Para Importación Del I.A. Fipronil Para Formulación De Los Productos Fipronil20% Ec Agroz , Fipronil 0.25% Agroz y Fiprostar Spot On Para Uso Pecuario.	Operación
		LAV0068-00-2017	Licencia Ambiental Para Importación Del I.A. Permetrina Para Formulación De Los Productos Champu Permetrina 1% Agroz Y Champu Permetrina 1% Tecnocalidad De Uso Pecuario	Operación
	Plantas	LAM0747	Planta Formuladora de Insumos Agrícolas En El Espinal Tolima	Operación
Energía	Distritos de Riego	LAM1020	Distrito de Riego Triangulo Del Tolima	Construcción
	Hidroeléctricas	LAM4037	Central Hidroeléctrica Hidroprado	Operación
	Líneas de Transmisión	LAM0304	Línea De Interconexión Eléctrica Betania-Mirolindo	Operación
		LAV0081-14	Estudio de Impacto Ambiental Para El Proyecto: Línea De Transmisión Tesalia-Alfárez 230 Kv y sus módulos de conexión asociados, obras que hacen parte de la convocatoria UPME 05 - 2009	Construcción
	Subestaciones	LAV0016-00-2016	Subestación Tuluní 230 Kv Y Las Líneas De Transmisión Asociadas - Proyecto Upme 03-2013	Operación

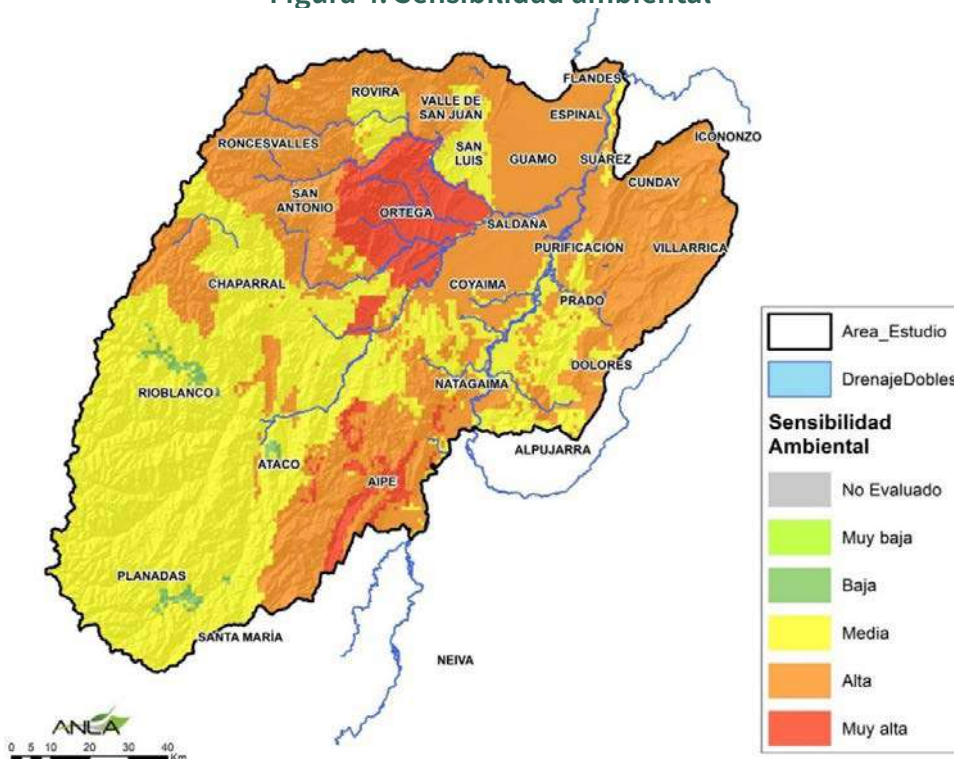
Fuente: ANLA. 2020

3. SENSIBILIDAD AMBIENTAL FRENTE AL SEGUIMIENTO DE PROYECTOS

A partir del ejercicio de sensibilidad ambiental, realizado por la Autoridad, con base en información secundaria disponible a escala 1:100.000 disponible para visualización y descarga en el visor WEB de la entidad ANLA -AGIL <http://sig.anla.gov.co/index.aspx>, en la siguiente figura se observa el estado aproximado de la criticidad de cada componente asociado a la confluencia de los proyectos y a las condiciones de vulnerabilidad de los recursos frente a procesos de licenciamiento ambiental, expresado en términos de sensibilidad ambiental.

Bajo este contexto, el área de estudio se categoriza en una región de sensibilidad Media a Muy Alta, como consecuencia de las criticidades generales encontradas en los componentes: hídrico superficial sensibilidad muy alta en las SZH del Río Luisa (2118); Bajo Saldaña (2208); Río Aipe y Río Chenche (2113), proporcional a los valores del índice de análisis integrado del Agua; hídrico subterráneo por la presencia del sistema acuífero Purificación-Saldaña; en el medio biótico sensibilidad Muy alta: Áreas “núcleo” prioritarias para la conectividad ecológica y Alta: Áreas “corredor” prioritarias para la conectividad ecológica según el análisis de conectividad del reporte de alertas del Alto Magdalena y los Corredores de conectividad entre áreas protegidas- IAvH (2018)., ecosistemas de alta criticidad por categoría de amenaza vulnerable (VU) como es el caso de los remanentes de ecosistemas de bosque seco y el páramo las Hermosas; y desde el medio social por la presencia de quejas en el aplicativo de presuntas infracciones ambientales AGIL, en especial en el municipio de Ortega (Figura 4).

Figura 4. Sensibilidad ambiental

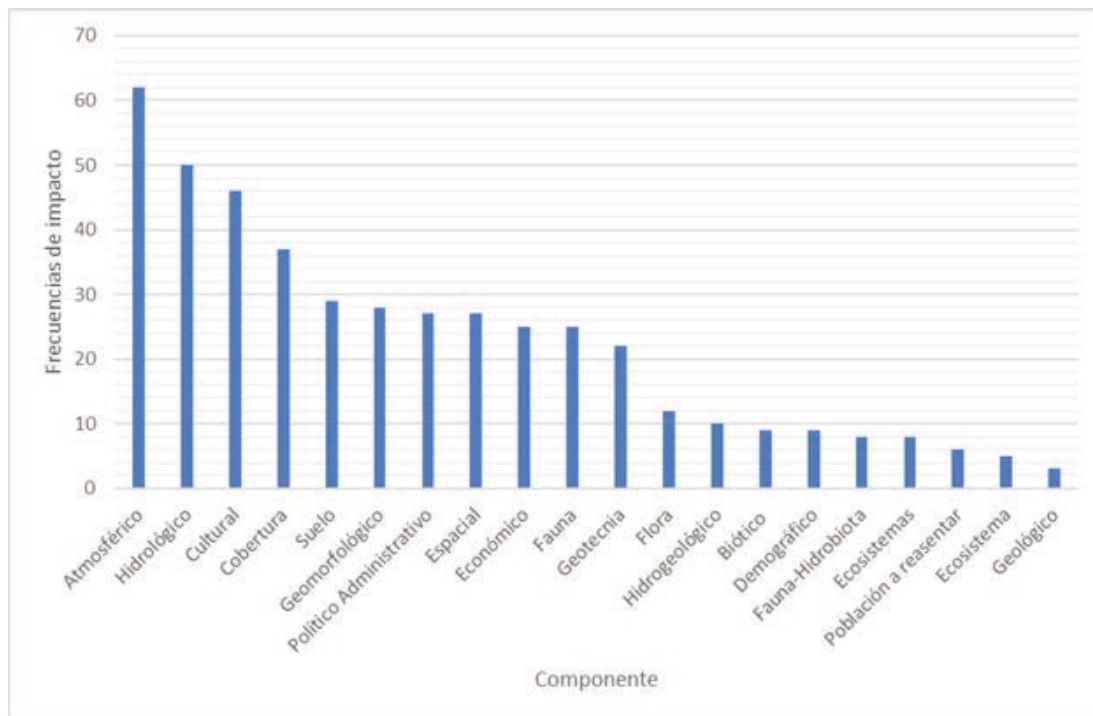


Fuente. ANLA, 2020.

4. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS

El ejercicio desarrollado según la metodología propuesta (ANLA, 2020) para jerarquización de impactos permitió identificar en el área de estudio un total de 56 proyectos que reportan 448 impactos, los cuales se estandarizaron en un total de 28, asociados a 20 componentes. El mayor número de impactos estandarizados se encuentran en los componentes atmosférico (62), hidrológico (50) y cultural (46), ver Figura 5.

Figura 5. Frecuencia de impactos por componente



Fuente. ANLA, 2020

La frecuencia de impactos por sector y componente en la Tabla 2 muestra que el atmosférico es el más representativo para los sectores de hidrocarburos e infraestructura, mientras que para los sectores de minería y energía resulta ser el componente hidrológico.

Tabla 2. Frecuencia de impactos por sector y componente

Componente	Energía	Hidrocarburos	Infraestructura	Minería	Total
Atmosférico	1	46	10	5	62
Hidrológico	5	29	9	7	50

INSTRUMENTO DE REGIONALIZACIÓN

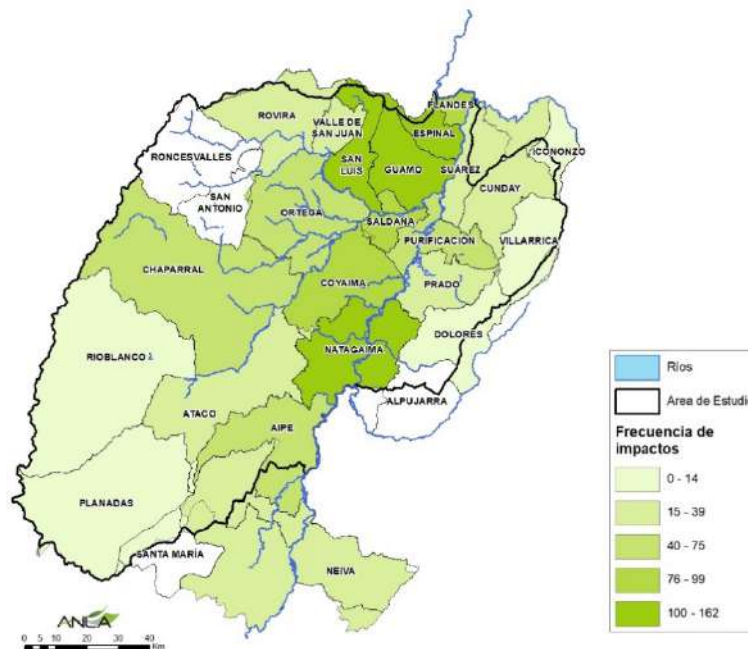
Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales

Componente	Energía	Hidrocarburos	Infraestructura	Minería	Total
Cultural	4	32	5	5	46
Cobertura	2	28	4	3	37
Suelo	1	24	2	2	29
Geomorfológico	2	19	4	3	28
Político Administrativo	2	21	3	1	27
Espacial	2	17	5	3	27
Económico	2	17	5	1	25
Fauna	1	18	4	2	25
Geotecnia		18	2	2	22
Flora	1	7	3	1	12
Hidrogeológico		5	5		10
Biótico	1	7	1		9
Demográfico	1	6	2		9
Fauna-Hidrobiota	2	2	3	1	8
Ecosistemas	2	6			8
Población a reasentar		4	2		6
Ecosistema		2	1	2	5
Geológico		3			3
Total	29	311	70	38	448

Fuente: ANLA, 2020

En la Figura 6 se presenta la frecuencia de impactos estandarizados, representando en este caso su acumulación. Un total de 27 municipios con mayor reporte de impactos son Espinal, Guamo, San Luis, Natagaima y Flandes, en los tres primeros municipios los proyectos con mayores frecuencias de impactos corresponden al sector de hidrocarburos, mientras que, en los municipios restantes, las mayores frecuencias corresponden a proyectos de energía.

Figura 6. Frecuencia de impactos por municipio



Fuente: ANLA, 2020.

Respecto a las licencias ANLA dentro del área de estudio, en los municipios de Guamo y Natagaima se encuentran proyectos correspondientes a tres sectores: energía, hidrocarburos y minería; mientras que en Rio Blanco y Planadas se encuentran solamente proyectos de hidrocarburos.

Según el análisis presentado, en el área de estudio las mayores frecuencias de impactos se presentan en los componentes atmosférico, hidrológico y cultural; por tanto, se recomienda que para la evaluación de nuevos proyectos se considere especialmente la calificación para los impactos: alteración en la calidad del aire, en la calidad del recurso hídrico superficial y en la percepción visual del paisaje, los cuales corresponden a los componentes identificados.

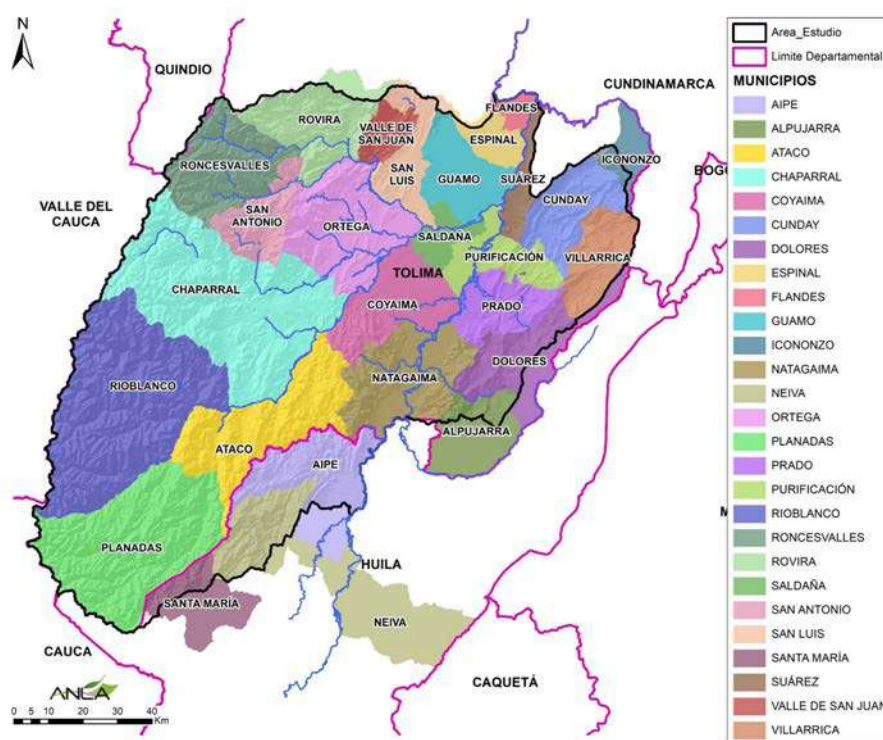
De igual forma, tanto en la evaluación como en el seguimiento se debe prestar mayor atención a los proyectos que se localicen en los municipios de Espinal, Guamo, San Luis y Natagaima, dado que allí los impactos reportados presentan las mayores frecuencias, especialmente los proyectos del sector de hidrocarburos.

5. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

5.1. MEDIO SOCIOECONÓMICO

El área de estudio del Reporte de Alertas del Centro y Sur del Tolima (RAR-CST) está conformada por un total de 27 municipios localizados en el departamento de Tolima y Huila. Los municipios que hacen parte del área de estudio son Neiva, Aipe, Santa María, Alpujarra Ataco, Chaparral, Coyaima, Cunday, Dolores, Espinal, Flandes, Guamo, Icononzo, Natagaima, Ortega, Planadas, Prado, Purificación, Rioblanco, Roncesvalles, Rovira, Saldaña, San Antonio, San Luis, Suárez, Valle de San Juan, Villarrica, tal como se observa en la Figura 7. Para el medio socioeconómico se describirán las generalidades de la población, así como los aspectos de sensibilidad del medio socioeconómico asociados al Licenciamiento Ambiental.

Figura 7. División Político-Administrativa del RAR-CST



Fuente. ANLA, 2020.

5.1.1 Conformación de la población

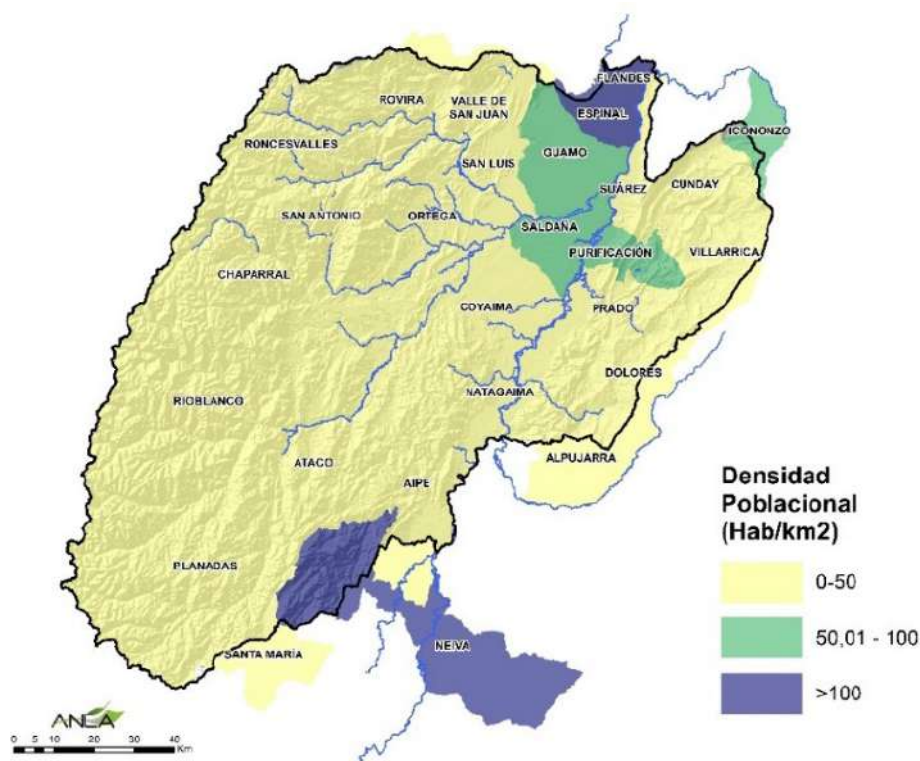
Los municipios del área de estudio concentran un total de 859.991 habitantes, de los cuales el 49,5% corresponde a población masculina y el 50,5% a población femenina (DANE, 2018). Frente a este total, la mayor concentración de población se localiza en el municipio de Neiva (364.408 Hab) con el 42,3% de la población del área de estudio, seguido por los municipios de Espinal (71.015 hab) y Chaparral (70.541 hab). De otro lado, los municipios de Suárez (3.772 hab), Alpujarra (4.468 hab) y Villarrica (4.960 hab) son los que presentan menor población en el área de estudio.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

En términos de la densidad poblacional por km² (ver Figura 8), se encuentra que los municipios que presentan mayor concentración poblacional son los localizados en inmediaciones a las capitales de Huila y Tolima: Espinal (307 hab/km²), Flandes (286 Hab/km²) y Neiva con (248 hab/km²). En contraposición, los municipios con densidad poblacional menor son Roncesvalles (6,94 hab/km²), Alpujarra (8,62 hab/km²), Villarrica (11,15 hab/km²). Es importante mencionar que aproximadamente el 80% del área de estudio presenta un patrón de asentamiento disperso como resultado de las condiciones sociopolíticas y el desarrollo de actividades económicas con presencia de monocultivos de grandes extensiones.

Figura 8. Densidad poblacional en el RAR-CST

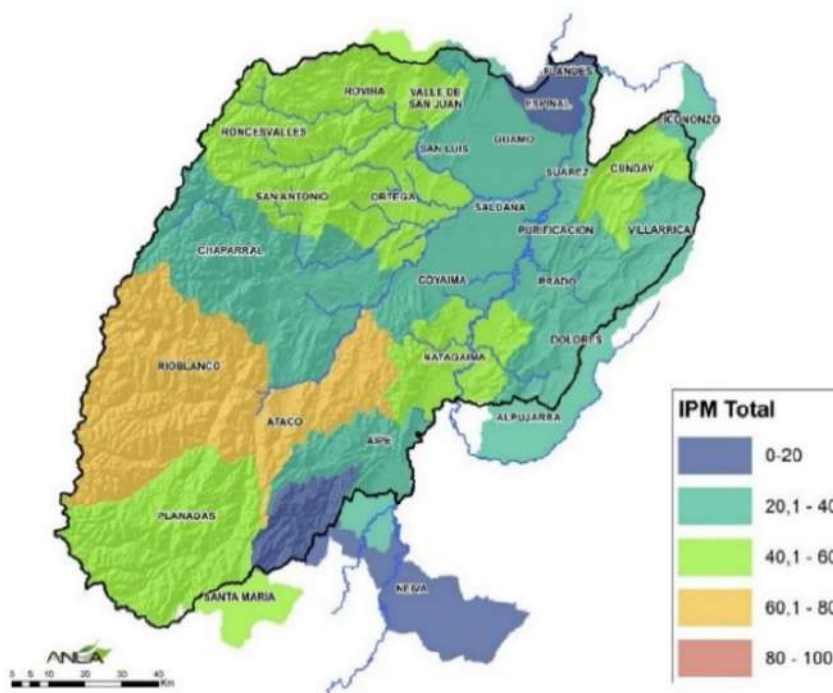


Fuente. ANLA, 2020.

5.1.2. Condiciones de vida

De acuerdo con el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) en el área de estudio, el 39,30% de la población es multidimensionalmente pobre, es decir, alrededor de la cuarta parte de las personas del área de estudio presenta privaciones en por lo menos el 33% de los indicadores ponderados en los ámbitos de salud, educación, trabajo, vivienda, condiciones de la niñez y juventud; particularmente, en los municipios de Ataco, Planadas, Rio Blanco, San Antonio y Ortega en el departamento del Tolima y Santamaría en el Huila este índice es superior al 50% (ver Figura 9).

Figura 9. IPM en el RAR-CST



Fuente. ANLA, 2020 (Adaptado de DANE, 2018).

5.1.3. Entorno de desarrollo

El Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2019) generó la tipología de departamentos y municipios con el fin de tener una mayor comprensión del territorio colombiano y establecer políticas sectoriales según las necesidades específicas de cada una de las regiones. En este orden de ideas establecieron varias categorías o dimensiones en las cuales se hace el análisis de los municipios que conforman el país. Esta tipología establece un índice de cero (0) a uno (1), siendo 0 las condiciones más precarias y los valores más cerca de 1 son los municipios con mejor desempeño. De acuerdo con la tipología municipal, el 74% del área de estudio presenta un entorno de desarrollo intermedio, el 22% presenta un entorno de desarrollo temprano y solo la ciudad de Neiva cuenta con un entorno de desarrollo robusto (ver Figura 10).

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

5.1.4. Actividades económicas

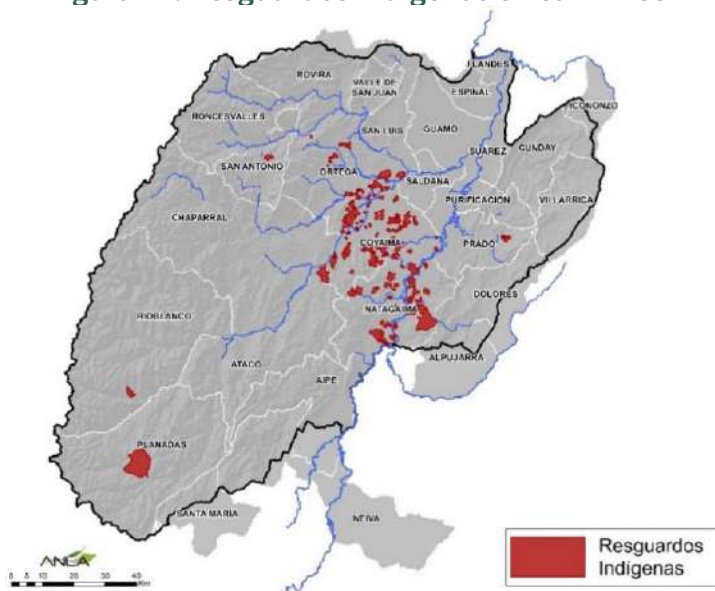
En el área del RAR-CST se evidencian dinámicas económicas homogéneas en cuanto al desarrollo de las actividades económicas de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, actividades de servicios sociales y personales, de transporte y el sector de construcción, los cuales son los ejes económicos locales que presentan porcentajes de desarrollo y producción similares (ver Figura 11). En los municipios de Purificación (Tolima) y AiPE (Huila) se destaca el desarrollo de actividades del sector extractivo (minas y canteras), y para el municipio de Prado (Tolima) el suministro de servicios públicos (electricidad, agua y gas).

Fuente. ANLA, 2020, a partir del Sistema de Estadísticas Territoriales TerriData, DNP, 2020.

5.1.5. Resguardos indígenas y CCCN

En el área se identifican ochenta y cinco (85) resguardos indígenas los cuales se concentran principalmente en los municipios de Ortega (18), Natagaima (28) y Coyaima (32), y que pertenecen a las etnias Pijao y Páez; los resguardos restantes se encuentran en jurisdicción de los municipios de Alpujarra, Ataco, Chaparral, Dolores, Planadas, Prado, Rioblanco y San Antonio (Huila). De acuerdo con los datos disponibles en el portal de TerriData, en el área de estudio se encuentra un total de 43.639 habitantes indígenas, 3.854 negros, mulatos o afrocolombianos, 34 palenqueros, 116 Rrom¹ y 43 habitantes raizales. En la Figura 12 se presenta la ubicación geográfica de los resguardos mencionados anteriormente.

Figura 12. Resguardos Indígenas en el RAR-CST



Fuente: ANT, 2020.

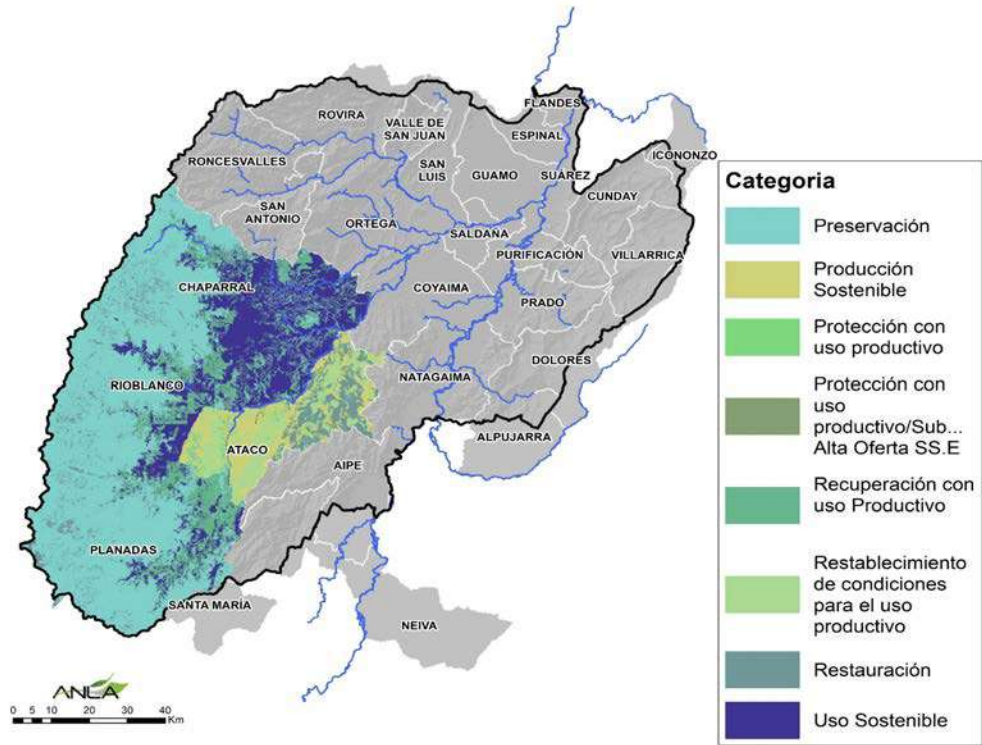
5.1.6. Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET)

Los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) son programas subregionales de transformación integral del ámbito rural a través del cual se ponen en marcha con mayor celeridad, los instrumentos de la Reforma Rural Integral en los territorios más afectados por el conflicto armado, la pobreza, las economías ilícitas y la debilidad institucional². Entre las áreas priorizadas para el desarrollo de los PDET se encuentra el área del sur del Tolima específicamente los municipios de Ataco, Planadas, Rioblanco y Chaparral. En la Figura 13 se observa la vocación del uso del suelo para los municipios PDET, que en el 40% está destinado al uso sostenible y más del 50% corresponde a preservación, ya que está asociada a las áreas de amortiguación del nevado del Huila, El páramo Meridiano y el PNN las Hermosas.

¹ El pueblo rrom o gitano se consolida y fortalece como grupo étnico que hacer parte de la diversidad étnica y cultural del país. Mediante el decreto 2957, del 6 de agosto de 2010, el Estado colombiano reconoce que los gitanos tienen una identidad propia y mantienen una conciencia étnica particular. También que posee una forma de organización social específica y su propia lengua y ha definido históricamente sus propias instituciones políticas y sociales.

² Definición de los Planes de desarrollo con enfoque territorial PDET. Agencia de Renovación del Territorio. Consultado el 23 de Julio de 2020. Disponible en <https://www.renovacionterritorio.gov.co/loader.php?lServicio=FAQ&lFuncion=viewPreguntas&id=41>

Figura 13. Vocación de uso en los municipios PDET en el país



Fuente: DNP, 2020.

En cuanto a los proyectos ejecutados a la fecha según el geovisor de la Agencia de Renovación del Territorio, se han desarrollado proyectos para el mejoramiento de la infraestructura vial e infraestructura social y comunitaria principalmente en el municipio de Planadas. En la Tabla 3 se puede apreciar el detalle de los proyectos ejecutados con corte a septiembre de 2020.

Tabla 3. Proyectos PDET ejecutados en los municipios del área de estudio

Categoría	Municipio	Nombre de proyecto
Vial	CHAPARRAL	Mejoramiento de la red terciaria mediante la construcción de 6 alcantarillas en el núcleo la marina del municipio de Chaparral
Social y comunitaria		Mejoramiento polideportivo de San Pablo Ambeima del municipio de Chaparral
		Mejoramiento caseta comunal centro poblado de la marina municipio de Chaparral
		Mejoramiento institución educativa Simón Bouver en sus sedes alto Ambeima y el Cuachal del municipio de Chaparral Tolima
		Mejoramiento puesto de salud del centro poblado de la marina municipio de chaparral

INSTRUMENTO DE REGIONALIZACIÓN

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales

Categoría	Municipio	Nombre de proyecto
Social y comunitaria	RIOBLANCO	Adecuación y construcción de obras complementarias a los equipamientos de uso público del centro poblado de las juntas del municipio de Rioblanco
		Mejoramiento instituciones educativas de San Rafael y Luis Ernesto Vanegas Neira en sus sedes diamante, las miras, el Cedral, los Ángeles, Topacio y la Palma del municipio de Rioblanco
Social y comunitaria	ATACO	Mejoramiento institución educativa Simón Bolívar en sus sedes Villanueva, las Morras, Vega larga, Sinaí y la Primavera
		Mejoramiento y adecuaciones parque centro poblado de Berlín municipio de ataco
Social y comunitaria		Construcción batería sanitaria en la I.E el Rubí sede bellavista
		Construcción cerramiento en malla eslabonada polideportivos e instituciones educativas del núcleo la estrella sedes Berlín, Brasil, el Ruby
		Construcción kiosco comunitario en la I.E el Rubí sede la Armenia
		Mejoramiento I.E Bilbao sede la ilusión
		Construcción comedores y mejoramiento I.E el Rubí sede Montalvo, el Edén y Calcedonia
		Construcción cerramiento y mejoramiento de la bodega de la vereda Rio Claro
		Construcción caseta comunal en la I.E Antonio Nariño sede Puerto Tolima y Jerusalén.
		Construcción cerramiento y mejoramiento I.E Antonio Nariño sede el progreso de la vereda El Progreso y Marquetalia.
		Construcción caseta comunal en la Institución Educativa Antonio Nariño, sede Villanueva en la vereda la Hacienda
		Mejoramiento la red terciaria de planadas en la vía la Santa Rosa — la Ilusión — la Loma del municipio de planadas Tolima - alcantarilla k18+900, k6+400, 14+900, k6+800
Vial	PLANADAS	Mejoramiento la red terciaria de planadas en la vía la santa rosa — la Ilusión la loma del municipio de planadas Tolima - badén k0+000, k3+400.
		Mejoramiento la red terciaria de planadas en la vía la Santa Rosa — la Ilusión — la Loma
		Mejoramiento la red terciaria de planadas en la vía la floresta - la palmera en el resguardo indígena Gaitania del municipio de planadas Tolima - construcción alcantarilla k10+400
		Mejoramiento la red terciaria de planadas en la vía la floresta - la palmera en el resguardo indígena Gaitania construcción badén k12+100 quebrada la mancha.
		Mejoramiento la red terciaria de planadas en la vía la floresta - la palmera en el resguardo indígena Gaitania construcción alcantarilla k12+900
		Mejoramiento la red terciaria de planadas en la vía la floresta - la palmera en el resguardo indígena Gaitania construcción alcantarilla k3+300
		Construcción puente peatonal sobre la quebrada puerto limón en la vereda Alto Sano
		Construcción Box Coulvert doble de 3 x 2.5 m vía que comunica las veredas San Miguel - la Hacienda

Fuente: Elaboración ANLA con base en geovisor Agencia de Renovación de Territorio, 2020.

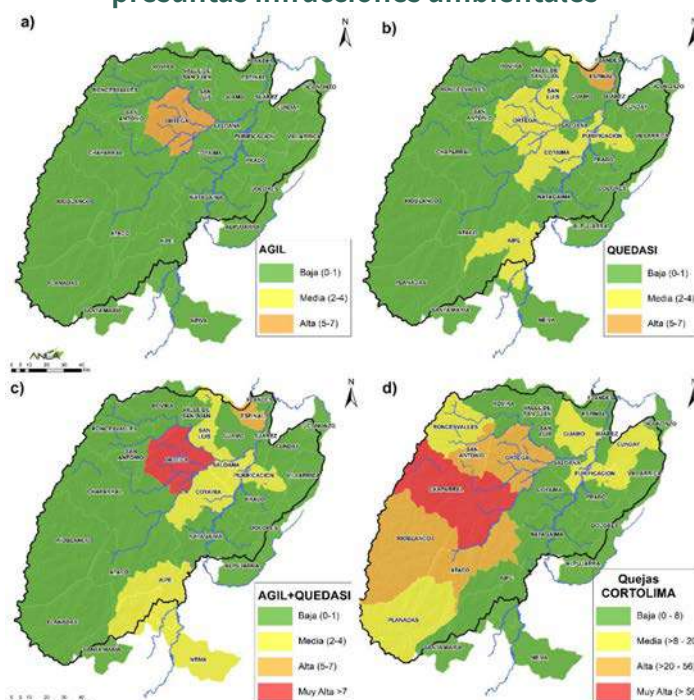
5.1.7. Percepción del licenciamiento ambiental y Denuncias Ambientales

Con el fin de identificar aspectos de importancia ambiental para las comunidades frente al licenciamiento ambiental, así como otras presiones sobre los recursos naturales de la zona, se procedió a elaborar un mapa de sensibilidad social con base en las denuncias ambientales. Para estos se utilizaron tres insumos:

- Se realizó una revisión de la información reportada en los últimos conceptos técnicos de seguimiento disponibles para identificar aspectos ambientales de interés identificados durante la visita de seguimiento. Con base en esta información se elaboró la base de datos de Quejas al Trámite, Denuncias Ambientales y Solicitudes de Información (QUEDASI) para el período 2017-2020.
- Paralelamente utilizando el Módulo de Estadísticas sobre Denuncias Ambientales de la entidad, se identificaron las preocupaciones y percepciones sobre los impactos, presión sobre determinados recursos y presuntas afectaciones derivadas de los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental que son de competencia de la entidad.
- Adicionalmente CORTOLIMA allegó una base de datos de quejas ambientales, la cual se depuró y recategorizó con el fin de establecer la concentración de quejas a nivel municipal y la presunta afectación al medio o componente ambiental.

Los resultados de cada uno de los análisis se presentan en la Figura 14 así como en los subcapítulos a continuación.

Figura 14. Sensibilidad municipal según las denuncias sobre presuntas infracciones ambientales



Fuente. ANLA, 2020 con base en información del geovisor ANLA, Base de datos QUEDASI y Denuncias ambientales CORTOLIMA

5.1.8. Quejas al Trámite, Denuncias Ambientales y Solicitudes de Información

(QUEDASI)

La importancia de este indicador reside en que da cuenta de factores que puedan motivar la conflictividad socioambiental o que se relacionan con posibles afectaciones ambientales. En relación con lo anterior se encontró que de los 64 POA que se localizan en el área de estudio, en un total de 17, según el último concepto de seguimiento, registran alguna situación de inconformidad manifestada por las comunidades o autoridades visitadas y algunos de ellos registraron varias quejas en el mismo concepto lo cual da un total consolidado de 24 quejas; se presentaron dos quejas adicionales, sin embargo como corresponden a proyectos lineales las quejas no se localizaban en el área de estudio. Del total registrado el 83% corresponde al sector de hidrocarburos, 12% al sector energético y 5% en el sector de agroquímicos.

El municipio que presenta sensibilidad alta es Espinal con 5 inconformidades, en la categoría Media se encuentran Coyaima, Purificación, Saldaña, San Luis, Saldaña, Aipe y Neiva y los demás municipios presentan una sensibilidad baja.

Los temas de inconformidades o QUEDASI de las comunidades y/o autoridades de los territorios intervenidos con los proyectos el área del Reporte se relacionó con los siguientes aspectos para los proyectos objeto de seguimiento:

Tabla 4. Inconformidades según la base QUEDASI

Proyectos hidrocarburíferos	Proyectos Energéticos
- Socialización del plan de Contingencias y participación en los simulacros locales. - Localización de las servidumbres (transporte de hidrocarburos) - Procesos de desmantelamiento y abandono. - Procesos de información y capacitación. - Contingencias (incendios, ruptura de tuberías). - Obligaciones ambientales pendientes en el marco del abandono y desmantelamiento del proyecto. - Inversión social y compensación.	- Alteración de la movilidad a nivel local. - Disponibilidad del recurso hídrico superficial. - Alteración de las actividades económicas de la zona. - Cambio en el uso del suelo.
Proyecto Mineros	Proyectos de Infraestructura
Procesos de información y participación.	- Procesos de información. - Presunta afectación a fuentes hídricas.
Agroquímicos	Proyectos Especiales
Olores ofensivos.	No se identifican.

Fuente. ANLA, 2020 con base en información QUEDASI

Es de mencionar que, si bien es cierto se identifican estos aspectos de sensibilidad social, la ANLA en los seguimientos verificó cada una de las quejas y solicitó la ejecución de las medidas de manejo pertinentes para cada una.

5.1.9. Estadísticas sobre Quejas Ambientales (Geovisor AGIL)

Para los municipios que conforman el área del RAR-CST se analizaron las quejas reportadas entre los años 2016 y el 15 de octubre de 2020, se identificó un total ocho (8) quejas ambientales las cuales están distribuidas en los municipios de Espinal (1 denuncia), Ortega (5 denuncias), Villarrica (1 denuncia) y Neiva (1 denuncia). Con respecto al tipo de proyecto sobre el que se realiza la queja, se encuentra que el 75% son para el sector hidrocarburífero, el 12,5% en el sector de infraestructura y el 12,5% en el sector de energía (ver Figura 15). En cuanto a la presión sobre los componentes o medios, se presentan para el medio biótico, socioeconómico y el recurso suelo. (Ver Figura 16).

Figura 15. Quejas ambientales por sector afectado en los municipios del área de estudio

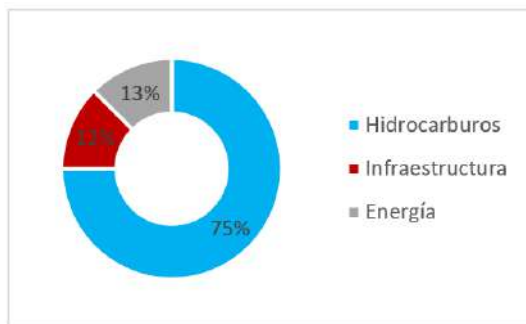


Figura 16. Quejas ambientales por recurso afectado en los municipios del área de estudio



Fuente. ANLA, 2020 con base en información ÁGIL

5.1.10. Quejas Ambientales CORTOLIMA

Adicionalmente CORTOLIMA realizó la consolidación de quejas ambientales entre los años 2016 y 2020 para el cual después de ser verificada eliminando los registros duplicados, arroja un total de 1.177 quejas. De este total, se depuraron las que contaban con información de los municipios del área de estudio y las que efectivamente se relacionaran con quejas ambientales para así poder articularlas con el ejercicio de sensibilidad. En total se registraron 378 quejas asociadas a las Unidades territoriales y los municipios que presentan las mayores concentraciones de quejas son Chaparral (97 Quejas), Ortega (42 Quejas), Rioblanco (37 quejas) y Ataco (29 quejas). Las principales quejas están asociadas a aprovechamientos forestales sin permiso y quemas (66%), afectación al recurso hídrico por captaciones y vertimientos no autorizados (20%), afectación al suelo e inadecuada disposición de residuos sólidos (6%), las quejas restantes se sitúan en los demás medios o no están categorizadas.

5.1.11. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento de POA en el marco el licenciamiento ambiental para el medio socioeconómico

Los criterios técnicos que a continuación se presentan son el resultado del análisis regional realizado para el medio socioeconómico, no obstante, el profesional social de evaluación será el responsable de revisarlos, ajustarlos o complementarlos a partir de la revisión y evaluación de la información allegada por el interesado para cada caso concreto.

Tabla 5. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento de POA

Situación evidenciada	Requerimiento
Las comunidades manifiestan su inconformidad por los procesos de divulgación y participación en escenarios locales para la construcción de los planes de contingencias.	Se recomienda que los proyectos de explotación y exploración de hidrocarburos deban socializar los planes de contingencias con las autoridades locales y comunidades de áreas de influencia, así como participar en los escenarios locales (Alcaldías, bomberos, oficinas de gestión de riesgo) en la construcción de este tipo de herramientas, simulacros y otros tipos de respuesta definidos en el marco de las contingencias.
Desconocimiento de las actividades de la etapa de desmantelamiento y abandono.	Se recomienda que los proyectos de explotación y exploración de hidrocarburos deban socializar los planes de abandono y desmantelamiento, así como las servidumbres vigentes, tanto con autoridades locales como con las comunidades del AI.

Fuente. ANLA, 2020

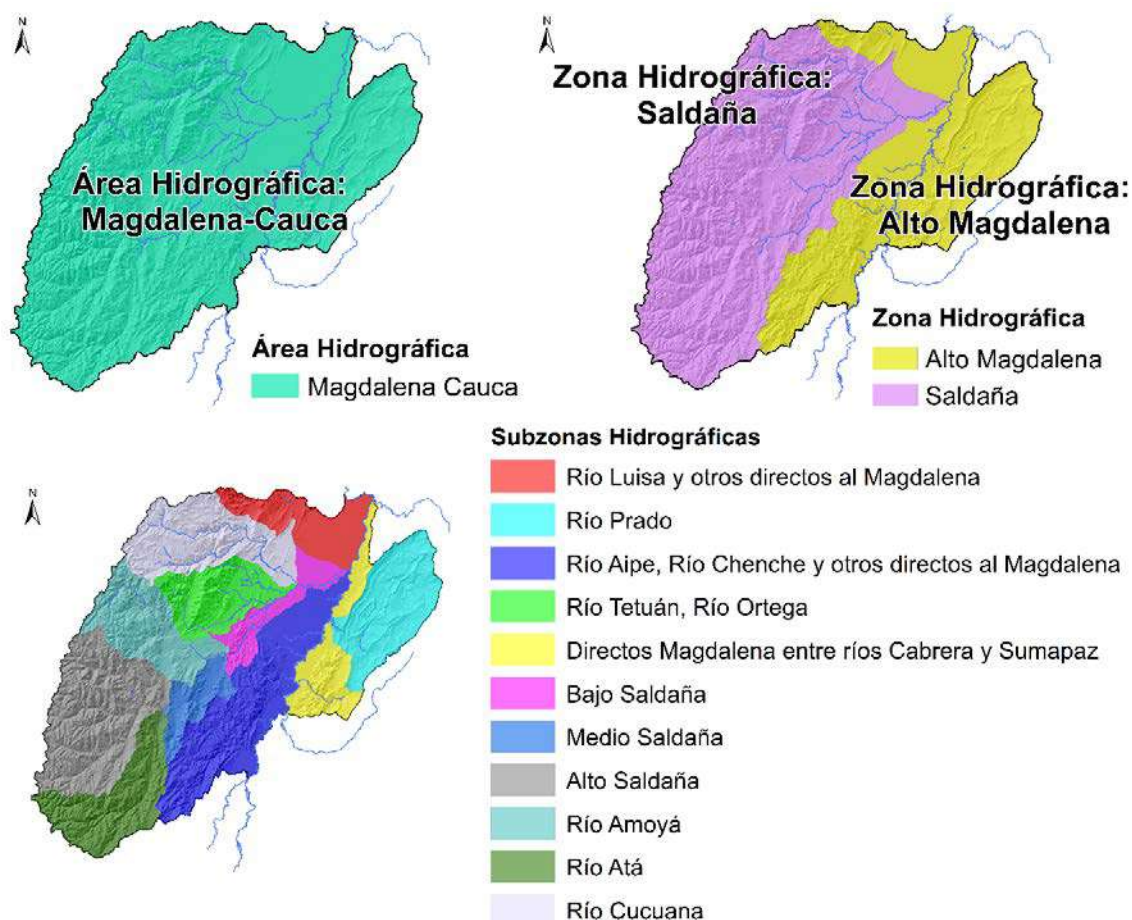
5.2. MEDIO ABIÓTICO

5.2.1. COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL

5.2.1.1. Subzonas hidrográficas (SZH) del área de estudio

Las Zonas Hidrográficas (ZH) del río Saldaña y del Alto Magdalena hacen parte del Área Hidrográfica Magdalena-Cauca (Figura 17). Existen once (11) subzonas hidrográficas, de las cuales siete (7) pertenecen a la ZH Saldaña: Río Atá, Alto Saldaña (2201), Medio Saldaña (2203), Bajo Saldaña (2208), río Amoyá (2204); río Tetuán, río Ortega (2206); río Cucuana (2207). Cuatro SZH pertenecen a la ZH Alto Magdalena: río Luisa y otros directos al Magdalena (2118); río Aipe, río Chenche y otros directos al Magdalena (2113); Directos entre ríos Cabrera y Sumapaz (2115) y río Prado (2116).

Figura 17. Zonificación de unidades hidrográficas

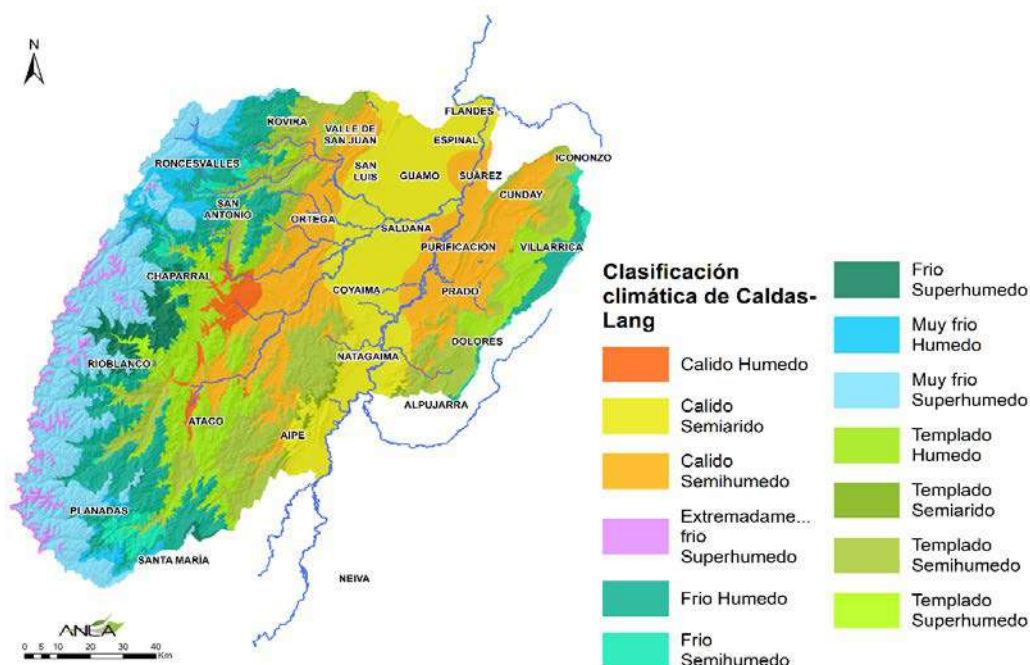


Fuente: ANLA, 2020 adaptado del IDEAM (2013)

5.2.1.2. Características climáticas

Según el Atlas Climatológico de Colombia (IDEAM, 2017a), el área de estudio tiene una amplia variedad climática (Figura 18), donde el 19% del área total presenta clima cálido semihúmedo y el 17% cálido semiárido; en estos dos tipos de climas existe un índice de aridez moderado a deficitario de agua (IDEAM, 2019), y es la zona donde se encuentran distribuidos aproximadamente el 95% de los proyectos licenciados por la ANLA. La temperatura media multianual promedio se encuentra en el rango de <8 °C y >28 °C; la mayor temperatura se presenta en el clima cálido semiárido, seguida del clima cálido semihúmedo.

Figura 18. Clasificación climática de Caldas-Lang



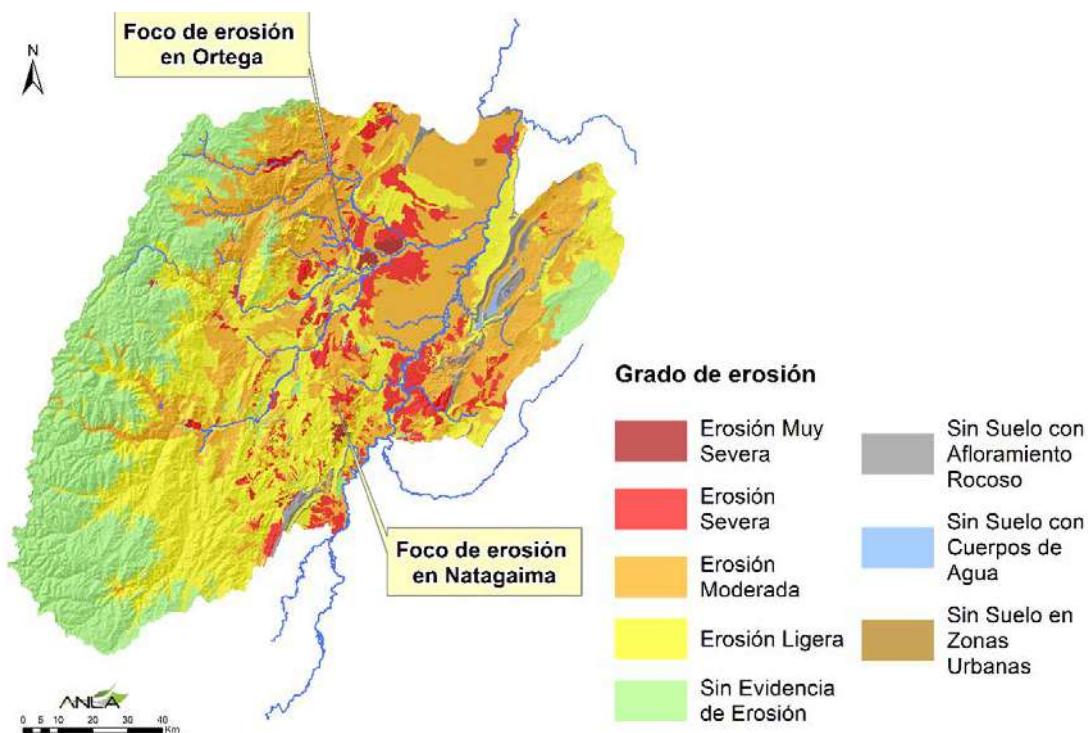
Fuente: ANLA, 2020 adaptado del Atlas Climatológico de Colombia (2017)

La precipitación media multianual promedio para el área se encuentra en el rango de los 1.000 - 3.000 mm, presentándose los valores más alto en la cuenca baja de la SZH del río Amoyá y en la cuenca baja del río Alto Saldaña; los valores más bajos en la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena y en la parte media de la SZH río Aipe, río Chenche y otros directos al Magdalena.

En el área de estudio el régimen de precipitación es de tipo bimodal, predominando las categorías Bimodal 5 (Bm5) y Bimodal 6 (Bm6). El Bm5 es característico de los ríos Alto Saldaña, Amoyá, Cucuana, Tetuán, Ortega y río Luisa con dos temporadas secas de inicio y mitad de año que tienen el mismo comportamiento, así como las temporadas lluviosas del primer y segundo semestre. El Bimodal 6 (Bm6) también se caracteriza por las dos temporadas de menores lluvias a inicio y mitad de año; la diferencia radica, en que la época seca entre junio y agosto es mucho más deficitaria que la del primer trimestre y las temporadas lluviosas son similares a lo largo del año (IDEAM, 2017a), las SZH que presentan este tipo de régimen son: río Prado, Medio Saldaña, río Atá, Aipe, Chenche y otros directos al Magdalena; directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz.

De acuerdo con el Mapa de zonificación de la degradación de suelos por erosión del área continental de Colombia a escala 1:100.000 (IDEAM, 2012), existe erosión de tipo hídrica en la parte media y baja del área de estudio, zona donde se concentran las actividades socioeconómicas. Se encontró que el 20% del área total presenta las categorías de erosión moderada y ligera; el 3% del área total tiene erosión severa (Figura 19). Se identificó que, de los 34 focos de erosión en el país (IDEAM-MADS-UDCA, 2015), dos se encuentran en el área de estudio, uno en el municipio de Natagaima y el otro en Ortega.

Figura 19. Zonificación de la degradación de suelos por erosión



Fuente: ANLA, 2020 adaptado del IDEAM (2012)

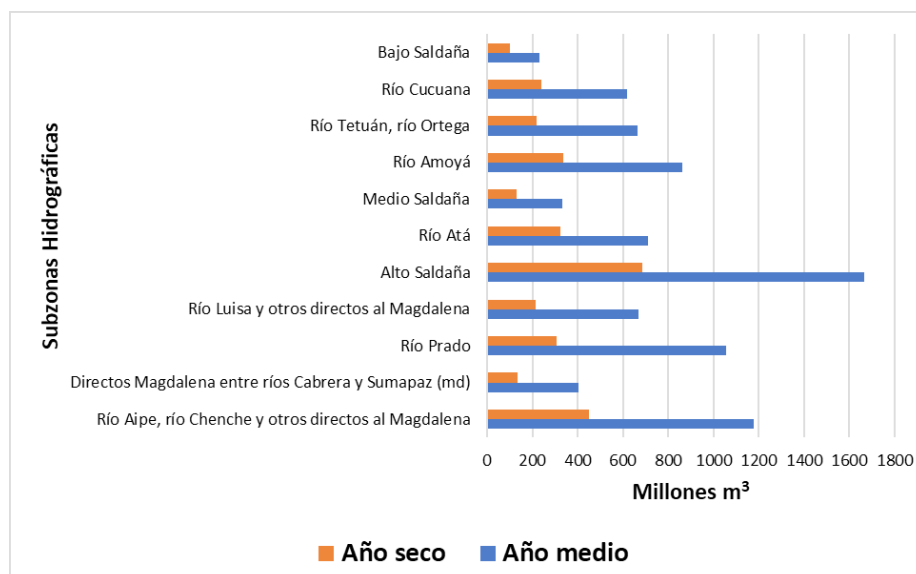
Según el Estudio Nacional del Agua-ENA (2019) el Tolima es uno de los departamentos que presenta mayor potencial a la erosión hídrica en Colombia. En el área del RAR-CST las SZH del río Atá y Medio Saldaña son las que presentan la mayor cantidad de zonas críticas: alto rendimiento³ de sedimentos y alta erosión.

5.2.2.3. Oferta, demanda y calidad hídrica

En el área de estudio existe un fuerte contraste entre la oferta hídrica disponible en año medio con respecto al año seco, en promedio del 38% (**Figura 20**). De igual manera, se encontró que todas las SZH presentan conflicto por uso del recurso hídrico en época seca (entre junio y agosto) a excepción del Río Amoyá que presentan una Baja categoría en el Índice de Uso del Agua (IUA) (IDEAM, 2019).

³ El rendimiento de sedimentos se define como la cantidad de sedimentos que pasan por un punto de control en un tiempo determinado sobre el área de la cuenca aferente a este punto. Este da cuenta de los sedimentos producidos menos los sedimentos depositados en la cuenca aferente y tiene unidades de masa sobre tiempo por área [M/T*A] (IDEAM, 2019).

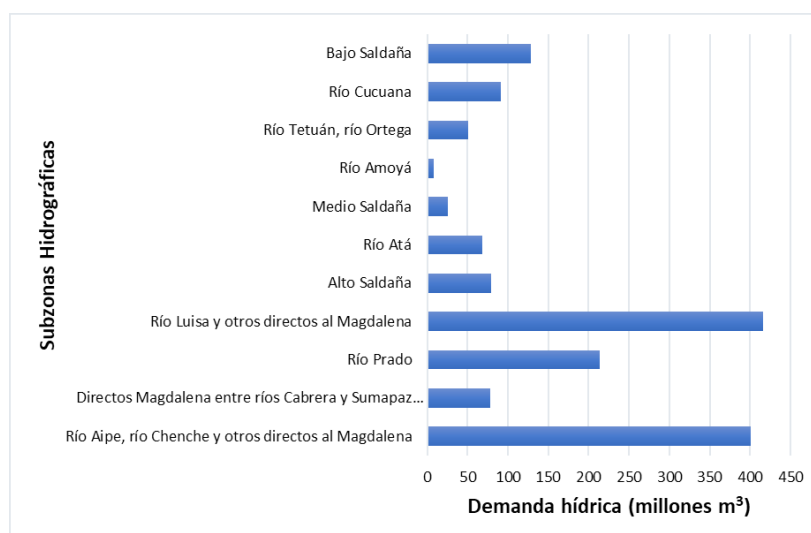
Figura 20. Oferta disponible



Fuente: ANLA, 2020 adaptado del IDEAM (2019)

La SZH del río Luisa y otros directos al Magdalena y la SZH río Aipe, río Chenche y otros directos al Magdalena presentan las mayores demandas por recurso hídrico, las dos subzonas representan el 52,4% de la demanda total de agua (**Figura 21**).

Figura 21. Participación de la demanda por subzona hidrográfica



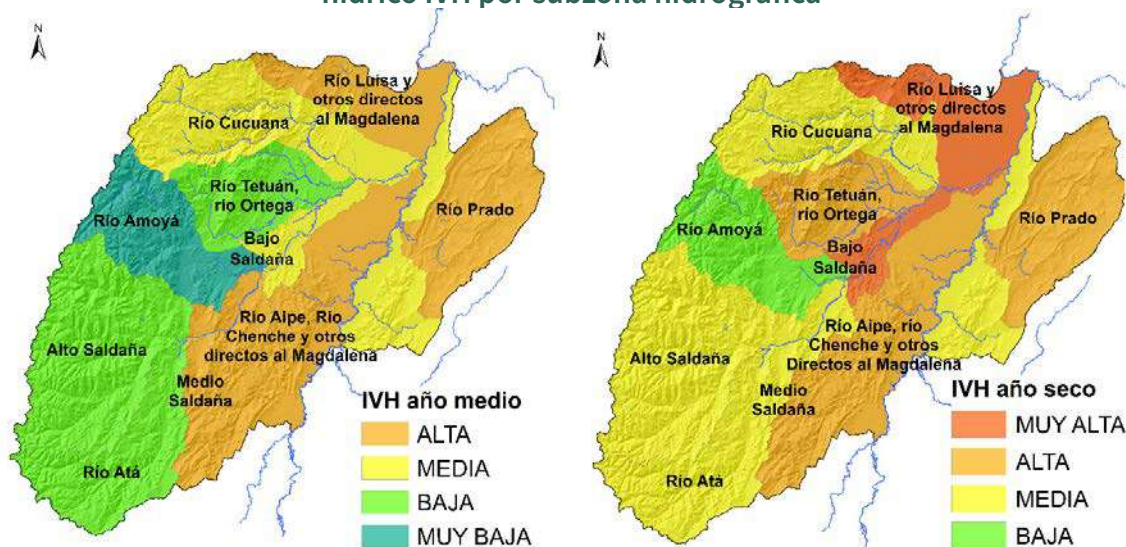
Fuente: ANLA, 2020 adaptado del IDEAM (2019)

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Por otra parte, el mapa de la Figura 22 muestra la representación espacial del Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (IVH) por subzona hidrográfica para condiciones hidrológicas promedio y extrema de año seco. Para condiciones hidrológicas promedio, se identifican tres (3) SZH que tienen alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico, es decir, con altas presiones por uso con respecto a la oferta disponible y una capacidad de regulación y retención hídrica baja y moderada: Río Aipe, río Chenche y otros Directos al Magdalena; Río Prado; Río Luisa y otros directos al Magdalena.

Figura 22. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico IVH por subzona hidrográfica



Fuente: ANLA, 2020 adaptado del IDEAM (2019)

Para el caso del año hidrológico seco, cuatro (4) SZH presentaron un IVH Alto (Río Aipe, río Chenche y otros Directos al Magdalena; Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (md); Río Prado; Río Tetuán, río Ortega) y dos (2) SZH presentan un IVH Muy Alto: Río Luisa y otros directos al Magdalena y Bajo Saldaña.

Por otra parte, en el área de estudio 18 cabeceras municipales son susceptibles al desabastecimiento hídrico en temporada seca, las cuales se encuentran distribuidas en las SZH que presentan un alto y muy alto IVH y corresponde a las cabeceras municipales de Ataco, Chaparral, Coyaima, Cunday, Dolores, espinal, Flandes, Guamo, Natagaima, Ortega, Prado, Purificación, Rovira, Saldaña, San Luis, Suárez, Valle de San Juan y Villarrica (IDEAM, 2019).

De acuerdo con el IDEAM (2019) las subzonas que registran un Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL) con Alta y Muy alta potencialidad de contaminación del agua debido a presiones por vertimientos puntuales de sectores usuarios del recurso hídrico para año seco corresponde a: IACAL Alto: Río Aipe, río Chenche y otros directos al Magdalena, Medio Saldaña; Río Tetuán, río Ortega; Bajo Saldaña. IACAL Muy Alto: SHZ Río Luisa y otros Directos al Magdalena.

5.2.1.4. Instrumentos de Planificación y administración del recurso hídrico

En el área de estudio CORTOLIMA no cuenta con Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH), sin embargo, ha elaborado tres Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS) que se encuentran en espera de su adopción mediante acto administrativo (Tabla 6).

Por otra parte, el Juzgado Primero Penal del Circuito con Funciones de Conocimiento Neiva-Huila, el 24 de octubre de 2019 mediante sentencia 41001-3109-001-2019-00066-00 reconoció el río Magdalena, su cuenca y afluentes como una entidad sujeta de derechos a la protección, conservación, mantenimiento y restauración a cargo del Estado, Enel-Emgesa y la comunidad. Las implicaciones estarían dirigidas a la estructuración de acuerdos interinstitucionales y el involucramiento de todos los actores en torno al río Magdalena y sus afluentes, con el fin de establecer políticas que garanticen de forma efectiva su protección.

Tabla 6. POMCAS en el área de estudio

Nombre del POMCA	Estado del POMCA
Río Luisa y otros Directos al Magdalena	Formulación
Plan de ordenación y manejo de la cuenca Mayor del río Saldaña – cuenca Amoyá	Formulación
Plan de ordenación y manejo de la cuenca mayor del río Prado	Formulación

Fuente: ANLA, 2020

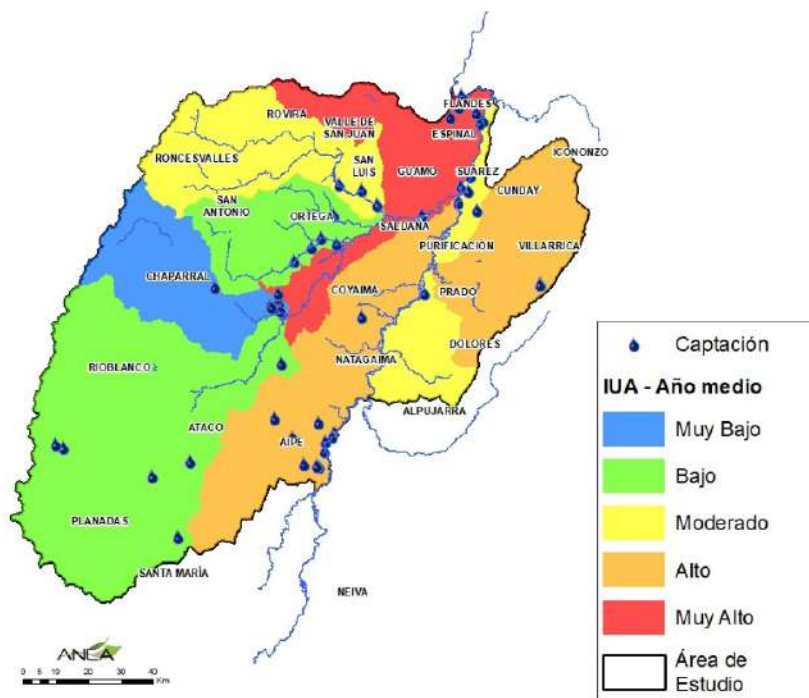
5.2.1.5. Demanda, uso y aprovechamiento del recurso hídrico superficial

Concesiones de agua superficial

Con base en la revisión de los 64 proyectos de competencia de la ANLA en la zona de estudio se identificó que 51 cuentan con concesión de agua superficial. En la Figura 23 se observa la distribución espacial de los puntos autorizados respecto al índice de Uso del Agua (IUA) en año medio, identificándose que en las SZH con valores de “Muy Alto” (Bajo Saldaña y Río Luisa y otros Directos al Magdalena) hay 7 concesiones con un caudal de 18 L/s; en la categoría de “Alto” se encuentran las SZH de Río Prado y Río Aipe, Río Chenche y otros Directos al Magdalena, donde se encuentran 11 concesiones con un caudal de 54,28 L/s; y en la categoría de “Moderado” para las SZH Río Cucuana y Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (md) se encuentran 11 concesiones con un caudal de 1020,6 L/s.

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Figura 23. Localización de las concesiones otorgadas en el área de estudio



Fuente: ANLA, 2020

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que tal como se presentó en el numeral 5.2.1.3, la SZH de Bajo Saldaña es la que menor oferta hídrica tiene (con 231,7 Mm3) pero no es la que se encuentra más intervenida. Sin embargo, para el caso de la SZH Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (md) donde se localiza el mayor caudal autorizado, la oferta hídrica superficial es de 402,3 Mm3 y, dado que tiene un IUA de “Moderado”, es necesario establecer vigilancia a los caudales otorgados en esta SZH para reducir la presión en el recurso hídrico.

En la Tabla 7 se presenta el listado de los proyectos licenciados por la ANLA que cuentan con mayor caudal y mayor cantidad de autorizaciones otorgadas por la Autoridad. A partir de esta, se observa que el proyecto que tiene la mayor cantidad de autorizaciones es el LAV0091-13 con 9 permisos, pero el proyecto con el mayor caudal autorizado es el LAM2432 (1000 L/s).

Tabla 7. Proyectos que cuentan con concesión de agua superficial autorizador por la ANLA

Expediente	Nombre	Número de captaciones	Caudal otorgado (L/s)
LAM2432	Oleoducto Guando - Chicoral	1	1000,0

Expediente	Nombre	Número de captaciones	Caudal otorgado (L/s)
LAV0091-13	Área de Perforación Exploratoria VSM 9 (Huila - Tolima)	9	45,0
LAM4878	Explotación y Desarrollo del Bloque de Asociación Tolima B	7	21,0
LAM2028	Licencia Ambiental Global Campo Abanico	5	15,5
LAM3929	Área de Perforación Exploratoria Doima-Ortega	6	12,0
LAM2482	Área de Interés de Perforación Exploratoria del Pozo Himalaya 1	2	6,3

Fuente: ANLA, 2020

Se encontró que 17 permisos se concentran en quebradas, seguidos de 10 autorizaciones en el río Magdalena y 7 en el río Cucuana. En cuanto a los caudales concesionados, el río Magdalena con 1032 L/s es el que presenta mayor volumen autorizado, seguido de la sumatoria de diferentes quebradas que alcanzan hasta 31,1 L/s y el río Aipe con 15 L/s.

En cuanto a la información de la Autoridad Regional, CORTOLIMA, se realizó la consulta en el Sistema de Información del Recurso Hídrico - SIRH, identificándose que la SZH donde mayor cantidad de permisos autorizados es Medio Saldaña con 119, seguida del Río Atá con 40 concesiones. Respecto al caudal concesionado por la ANLA, este es de 1134,1 L/ y la mayor parte se extrae de la SZH Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (md) con 1007,7 L/s, seguida de la Río Aipe, Río Chenche y otros Directos al Magdalena con 48 L/s; para CORTOLIMA, el mayor caudal concesionado está en la SZH Río Atá con 15358,6 L/s, seguido de Medio Saldaña con 4155,8 L/s.

Vertimientos a cuerpo de agua

De la revisión de los 64 expedientes presentes en el área de estudio, únicamente 3 cuentan con autorización por parte de la ANLA y 4 con autorización de CORTOLIMA para disposición en fuentes superficiales (Tabla 8). En la Figura 24 se presenta la localización de los puntos de vertimiento autorizados, identificándose que estos se encuentran distribuidos en la zona norte del área de estudio.

El cuerpo de agua que recibe mayor caudal es la quebrada El Salado con 30 L/s (LAM1499 – “Plan de Manejo Ambiental Para la Explotación de Calizas en Payandé”), seguido del río Amoyá con 18 L/s (LAM4878 – “Explotación y Desarrollo del Bloque de Asociación Tolima B”). En cuanto a los sistemas de tratamiento empleados en la gestión de los vertimientos autorizados se destaca que solo el proyecto LAM1499 cuenta con un pretratamiento de agua residual para la remoción de sólidos; cuatro tienen sistemas de tratamiento primario y solo 3 con sistemas de tratamiento secundarios, usados principalmente para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

El mapa muestra la zona de estudio en el departamento de Tolima, Colombia, con los siguientes municipios etiquetados: ROVIRA, VALLE DE SAN JUAN, SAN LUIS, GUAMO, ESPINAL, FLANDES, SUAREZ, ICONONZO, CUNDAY, VILLARRICA, PRADO, PURIFICACIÓN, SALTANA, ORTEGA, SAN ANTONIO, RONCESVALLES, CHAPARRAL, COYAIMA, NATAGAIMA, DOLORES, ALPILARJA, AIPE, AIACO, RIOBLANCO, PLANADAS, SANTA MARÍA y NEIVA.

La leyenda indica:

- ANLA (logotipo)
- CORTOLIMA (logotipo)
- Área de Estudio (recuadro negro)
- SZH (Sistema de Zonificación Hidrológica)
- Alto Saldaña
- Bajo Saldaña
- Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz
- Medio Saldaña
- Río Alpe, Río Chenché y otros directos al Magdalena
- Río Amoyá
- Río Atá
- Río Luisa y otros directos al Magdalena
- Río Prado
- Río Tetuán, Río Ortega
- Río Cucuana

En la parte inferior izquierda se encuentra el logotipo de ANLA y una escala gráfica en kilómetros (0, 5, 10, 20, 30, 40 km).

Tabla 8. Proyectos licenciados por la ANLA que cuentan con permiso de vertimientos autorizados por la ANLA y CORTOLIMA

Autoridad	Expediente	Caudal autorizado (L/s)	Origen	Nombre fuente receptora	¿Cuenta con pretratamiento?	¿Cuenta con tratamiento primario?	¿Cuenta con tratamiento secundario?
ANLA	LAM3620*	2,4	Residual Mixta	Río Magdalena	No	Si	Si
	LAM4878	18	Residual Mixta	Rio Amoyá	No	Si	No

INSTRUMENTO DE REGIONALIZACIÓN

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales

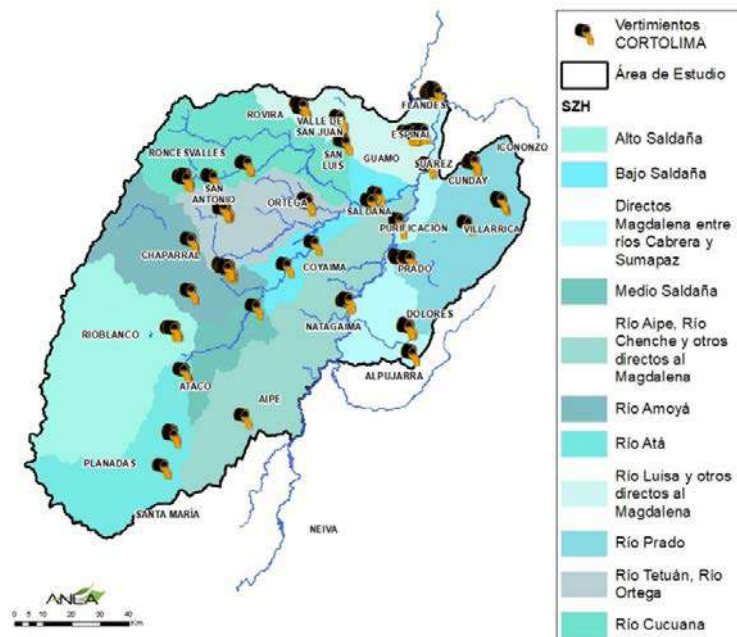
Autoridad	Expediente	Caudal autorizado (L/s)	Origen	Nombre fuente receptora	¿Cuenta con pretratamiento?	¿Cuenta con tratamiento primario?	¿Cuenta con tratamiento secundario?
CORTOLIMA	LAM0093	0,27	Residual doméstica	Canal Henial	S.I	S.I	S.I
	LAM1499*	30	Residual industrial	Quebrada El Salado	Sí	No	No
	LAM2344	S.I	Residual industrial	Río Tetuán	S.I	S.I	S.I
	LAM4037*	0,591	Residual doméstica	Río Prado	No	Si	Si

(*) Cuentan con más de una autorización; (S.I): Sin Información.

Fuente: ANLA, 2020

Por otra parte, CORTOLIMA suministró información del proyecto de metas de descontaminación en el cual se encuentra toda la información correspondiente a los vertimientos a fuentes hídricas del Departamento del Tolima, su ubicación, caudal y la fuente receptora de los mismos a nivel municipal, correspondientes a prestadores de servicios públicos y a algunos usuarios privados industriales. En total, se identificaron 131 registros los cuales se presentan espacialmente en la Figura 25.

Figura 25. Localización de los permisos de vertimientos autorizados por CORTOLIMA



Fuente: ANLA, 2020.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

A continuación, se selecciona una muestra de 10 municipios (ver Tabla 9) que se ubican dentro del área de estudio y se presentan las características más relevantes de los vertimientos, encontrándose que la mayor parte de vertimientos se localizan en los municipios de Chaparral y Espinal (con 14 puntos identificados), mientras que los caudales más altos están en los municipios de Planadas y Espinal; referente al nivel del sistema de tratamiento, solo dos municipios cuentan con un sistema de tratamiento primario de sedimentación, cinco con sistemas secundarios que consisten en lagunas de oxidación y tanques sépticos y, tres no cuentan con sistemas de tratamiento.

En la Tabla 10 se listan los cuerpos de agua que tienen la mayor cantidad de vertimientos asociados, los cuales son la quebrada Espinal (con 13) y el río Magdalena (con 11), sin embargo, el mayor caudal vertido es al río Magdalena (92,55 L/s) y el caño El Salado (85,89 L/s)

Tabla 9. No. De vertimientos y caudal por municipio registrado por CORTOLIMA

Municipio	No. De vertimientos	Caudal vertido (L/s) *	Nivel de tratamiento
Ataco	5	42,71	-
Chaparral	14	33,53	Secundario
Espinal	14	77,76	Secundario
Flandes	8	52,96	Secundario
Planadas	7	112,16	-
Prado	4	5,83	Primario
Roncesvalles	8	5,29	-
Rovira	5	53,11	Secundario
Saldaña	6	27,82	Primario
San Antonio	11	32,23	Secundario

Fuente: ANLA, 2020

Tabla 10. No. De vertimientos y caudal por cuerpo de agua registrado por CORTOLIMA

Nombre cuerpo de agua	No. De vertimientos	Caudal vertido (L/s) *
Caño El Salado	2	85,89
Q. Espinal	13	66,86
Q. La Sopera	5	7,07
Q. Lavapatás	6	24,65
Río Atá	6	29,63
Río Cucuana	5	3,33
Río Luisa	3	22,38
Río Magdalena	11	92,55
Río Ortega	2	29,99
Río Saldaña	6	64,85

Fuente: ANLA, 2020

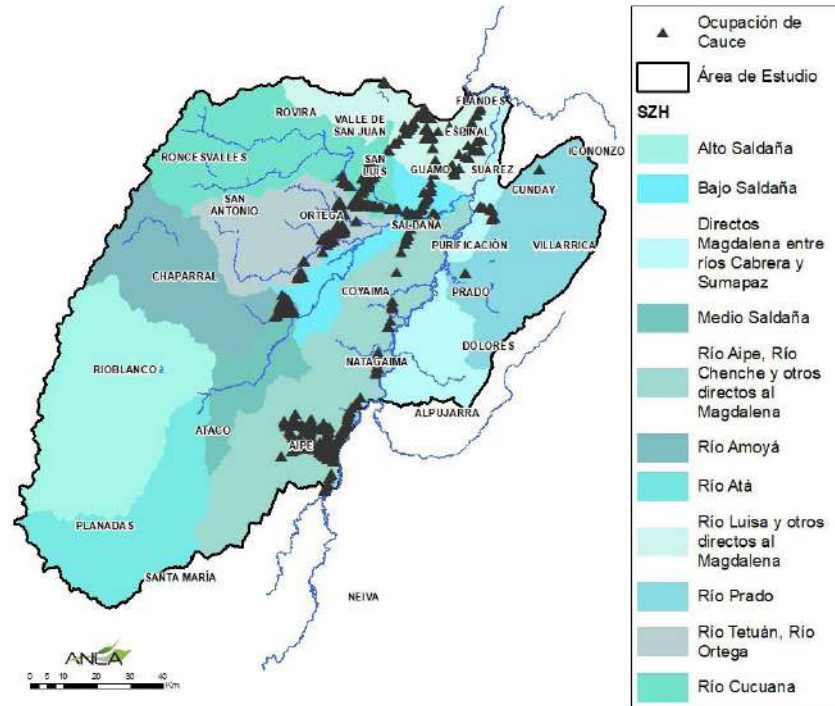
(*) Corresponde a la sumatoria de los vertimientos identificados; (-): No cuenta con sistema de tratamiento.

Ocupaciones de cauce

Respecto a la autorización de ocupación de cauce, se encontró que únicamente 19 de los 64 proyectos presentes en el área de estudio cuentan con permisos de ocupación de cauce autorizados por la ANLA (Figura 26), siendo los proyectos “Área de Perforación Exploratoria VSM 9 (Huila - Tolima)” (LAV0091-13), “Poliducto Gualanday Natagaima (cruce río Saldaña)” (LAM0170) y “Plan de Manejo Ambiental del Sistema de Transporte de Hidrocarburos Toldado-Gualanday” (LAM0081) con 145, 132 y 88 permisos, respectivamente los que más autorizaciones presenta (Figura 27).

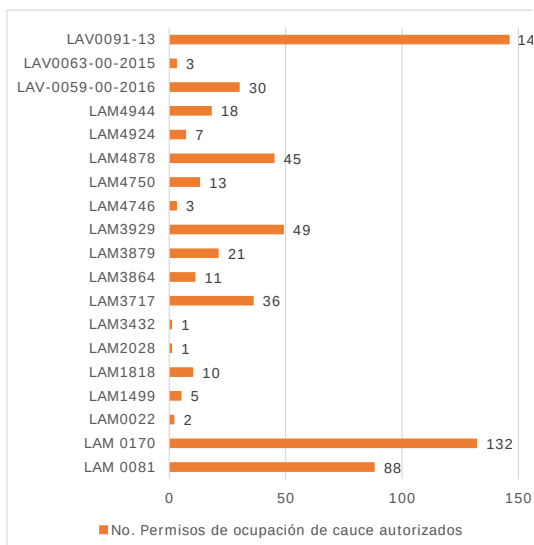
En cuanto a su ubicación por SZH, se observa en la Figura 28 que el Río Aipe, Río Chenche y otros Directos al Magdalena (COD 2113) y Río Luisa y otros Directos al Magdalena (COD 2118), con 246 y 107 permisos respectivamente, son las que más autorizaciones tienen.

Figura 26. Localización de los permisos de ocupación de cauce autorizados por la ANLA en el área de estudio



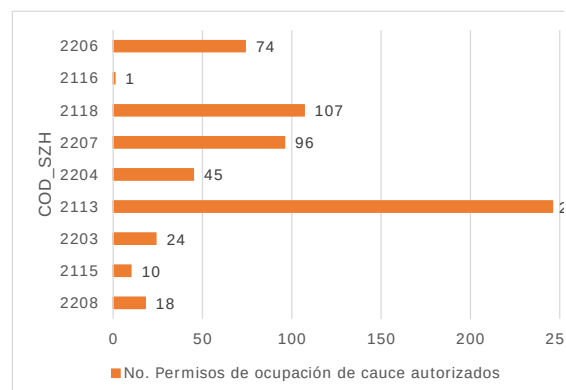
Fuente. ANLA, 2020.

Figura 27. Distribución de los permisos de ocupación de cauce por proyecto



Fuente. ANLA, 2020.

Figura 28. Distribución de los permisos de ocupación de cauce por SZH



Fuente. ANLA, 2020.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Finalmente, respecto al tipo de obras, se evidencia que la mayoría (38%) es para adecuación de vías (que incluyen la construcción de alcantarillas o box culvert), seguido de obras de protección y cruces tipo subfluvial (21%) pertenecientes a los proyectos del sector Hidrocarburos.

5.2.1.6. Análisis de calidad de agua

Para el análisis de calidad de agua se revisaron y sistematizaron los ICA y EIA de los proyectos licenciados por la ANLA en el periodo comprendido entre marzo 2013 y marzo 2019, con un total de 637 registros. Posteriormente, se procedió a depurar la información (para excluir registros asociados a vertimientos o afluentes de sistemas de tratamiento) obteniendo un total de 513 registros.

En la Tabla 11 se lista la cantidad de monitoreos ejecutados por expediente, destacando que el proyecto LAM0081 ha realizado mayor cantidad de monitoreos con un total de 174. En relación con las corrientes hídricas del área de estudio, se obtuvo información para 70 cuerpos de agua distribuidos en canales, caños, embalses, ríos y quebradas, encontrándose que el río Prado es el que presenta mayor cantidad de datos, con 30 monitoreos (Tabla 12).

Tabla 11. Distribución de monitoreos por expediente

Expediente	No. De monitoreos
LAM0081	174
LAM2344	50
LAV0091-13	50
LAV-0059-00-2016	48
LAM 4037	40
LAM2028	32

Fuente. ANLA, 2020.

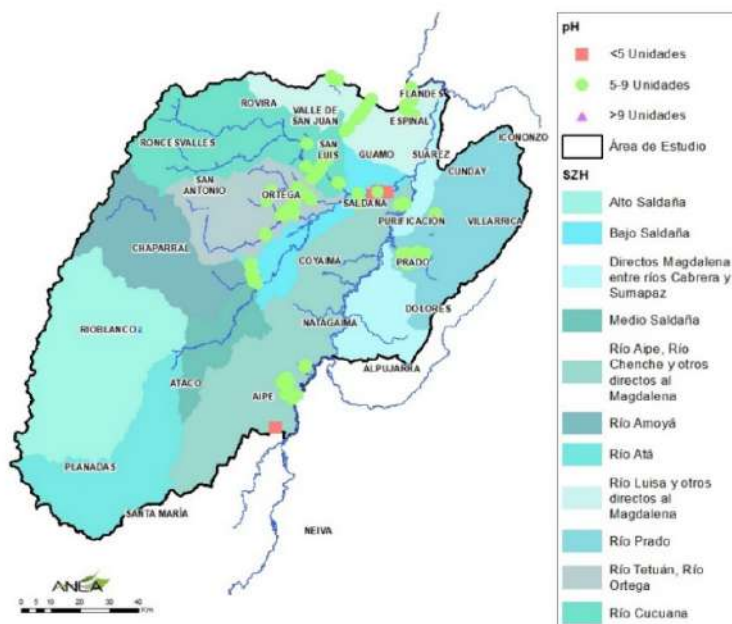
Tabla 12. Corrientes hídricas con monitoreo de calidad de agua

Nombre cuerpo de agua	Cantidad de datos
Río Prado	30
Río Magdalena	20
Río Cucuana	18
Río Ortega	12
Río Saldaña	12
Río Peralonso	10

Fuente. ANLA, 2020.

pH. En la Figura 29 se presenta la distribución espacial de este parámetro en el área de estudio, tomando como referencia los límites establecidos en el Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 sobre criterios de calidad para consumo humano y doméstico.

Figura 29. Valores de pH monitoreados en el área de estudio



Fuente. ANLA, 2020.

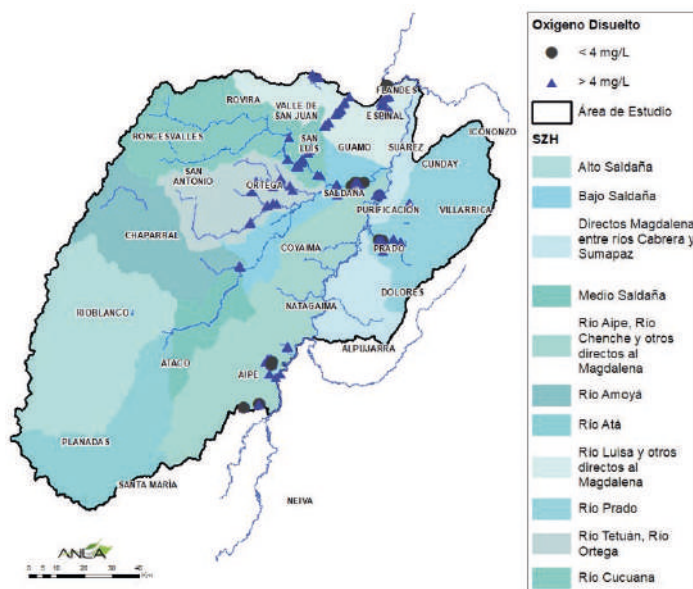
En general, predominan los valores entre 5-9 Unidades para todas las subzonas, sin embargo, en las SZH Bajo Saldaña y Río Aipe, Río Chenche y otros Directos al Magdalena se han registrado valores ácidos (<5 Unidades) y básicos (> 9 Unidades).

Los valores ácidos son reportados para el río Saldaña y las quebradas La Chicorá y Muchubi, mientras que los valores básicos se presentan en el río Patá. Es importante mencionar que estas concentraciones no se deben a vertimientos autorizados, debido a que sobre estas fuentes no se identificaron permisos de la ANLA o CORTOLIMA.

Oxígeno Disuelto. La concentración de oxígeno disuelto es una de las condiciones más importantes para que exista crecimiento y reproducción de una población normal de peces y otros organismos acuáticos, en niveles bajos se presentan problemas de olores, es por esto que su valor de referencia es de 4 mg/L (Sierra Ramírez, 2011), coincidiendo con el valor mínimo establecido en las Resoluciones 804 de 2006, 1135 y 1137 de 2008 expedidas por CORTOLIMA, por medio de las cuales se establecen los objetivos de calidad de los cuerpos de agua de las cuencas hidrográficas de “los ríos Prado, Cucuana y Magdalena”, “los ríos Cabrera, Los Ángeles y Saldaña” y “Coello, Luisa, Sumpaz y Gualí”, respectivamente, en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Tolima.

En la Figura 30 se presenta la distribución espacial de este parámetro en el área de estudio, en general, predominan las concentraciones por encima de los 4 mg/L de referencia

Figura 30. Valores de oxígeno disuelto monitoreados en el área de estudio



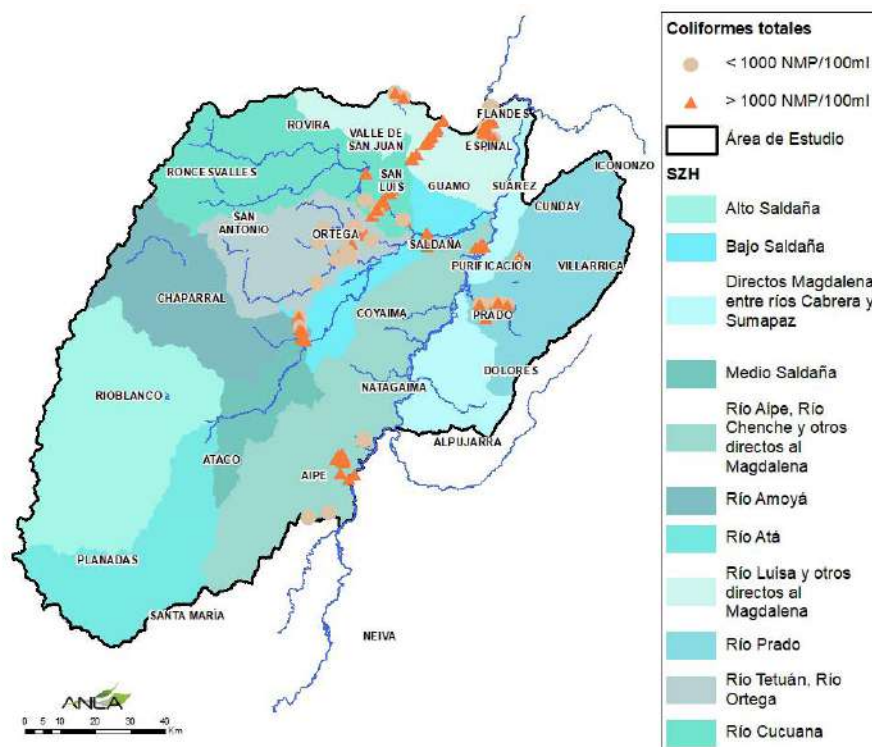
Fuente. ANLA, 2020.

Los valores bajos de oxígeno se reportan en las SZH Bajo Saldaña, Río Prado y Río Aipe, Río Chenche y otros Directos al Magdalena, en los ríos Saldaña, Prado y Magdalena, principalmente. Las bajas concentraciones en el río Prado son reportadas por el proyecto LAM4037, el cual tiene autorizados permisos de vertimientos por CORTOLIMA sobre dicha corriente. Según CORTOLIMA, estos vertimientos cuentan con un tratamiento secundario, por lo cual es importante considerar que la concentración de oxígeno disuelto de la descarga debe ser superior al nivel de referencia con el propósito de evitar condiciones anóxicas aguas abajo de la misma.

Coliformes Totales. En la Figura 31 se presenta espacialmente la concentración de este parámetro en el área de estudio, tomando como referencia 1000 NMP/100ml de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 como criterio de calidad para consumo humano y doméstico. Se observa que predominan las concentraciones >1000 NMP/100ml, específicamente en las SZH Río Luisa y otros Directos al Magdalena, Río Tetuán, Río Ortega y Río Cucuana tienen una mayor cantidad de reportes con concentraciones que superan el límite de referencia.

Estas concentraciones se registran, principalmente, en pequeñas quebradas que aportan una carga significativa a las corrientes principales como los ríos Luisa, Ortega, Peralonso, Tetuán y Cucuana. La principal causa de esto puede deberse a vertimientos municipales y el desarrollo de actividades ganaderas en cercanías a los cuerpos de agua (CORTOLIMA, 2017).

Figura 31. Valores de coliformes totales monitoreados en el área de estudio



Fuente. ANLA, 2020.

Sólidos suspendidos totales, DBO5 y DQO. Los rangos utilizados para el análisis de estos parámetros, y de acuerdo con la clasificación de la (Comisión Nacional del Agua, 2006) son:

- Sólidos suspendidos totales: <75 mg/L clasificados como agua de buena calidad, entre 75-150 mg/L como aguas de calidad aceptable con indicios de contaminación por descargas de aguas residuales y >150 mg/L como aguas de mala calidad con un fuerte impacto de aguas residuales de alta carga contaminante y sin tratamiento.
- DBO5: <6 mg/L que representa agua de buena calidad, 6-30 mg/L como una condición aceptable y que aun las corrientes tienen capacidad de autodepuración y >30 mg/L significa una alta contaminación por aguas residuales sin tratamiento.
- DQO: <20 mg/L para aguas de buena calidad, 20-40 mg/L como condición aceptable, con indicios de contaminación, pero con capacidad de autodepuración y >40 mg/L como contaminadas por aguas residuales sin tratamiento.

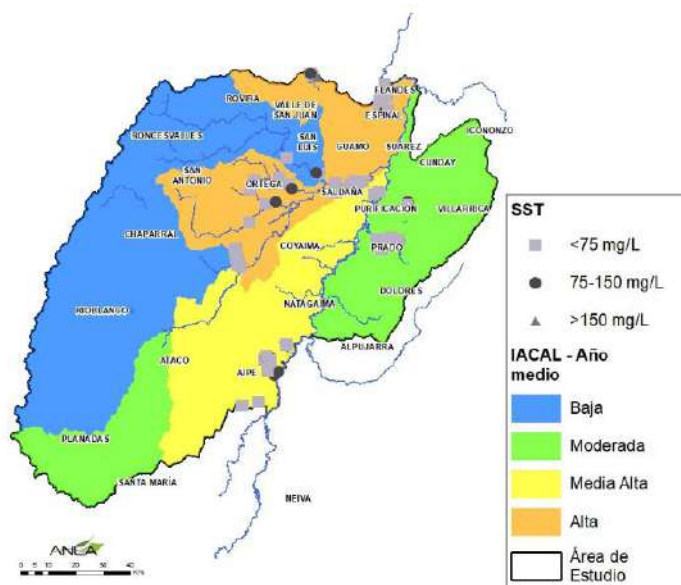
De la Figura 32 a la Figura 34 se presenta la concentración promedio de sólidos suspendidos totales, DBO5 y DQO, respectivamente, en el área de estudio, respecto al índice IACAL para una condición de año medio, debido a que estos parámetros se incluyen en la cuantificación de dicho índice. En estas figuras

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

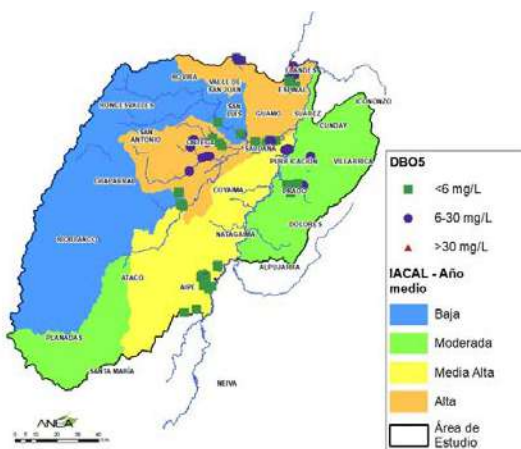
se evidencia que, en las SZH con las concentraciones más altas, coincide con las valoraciones de “Alto” del IACAL. Específicamente, en las SZH Río Prado, Río Luisa y otros Directos al Magdalena predominan las concentraciones más altas de estos parámetros, posiblemente por la descarga de aguas residuales crudas (CORTOLIMA, 2017).

Figura 32. Valores de sólidos suspendidos totales monitoreados en el área de estudio



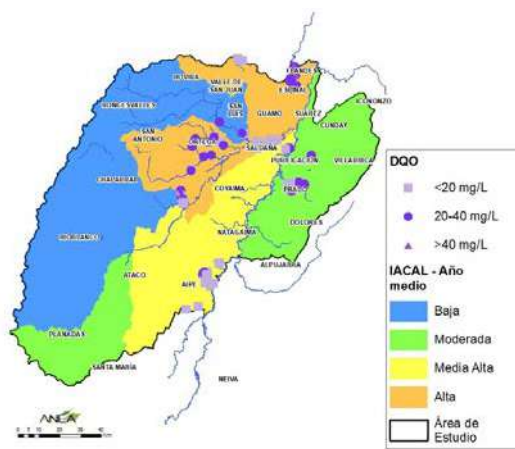
Fuente. ANLA, 2020.

Figura 33. Valores de DBO5 monitoreados en el área de estudio



Fuente. ANLA, 2020.

Figura 34. Valores de DQO monitoreados en el área de estudio



Fuente. ANLA, 2020.

Específicamente en los ríos Patá, Negro, Magdalena, Cunday, Tetuán y Ortega se monitorearon las concentraciones más altas de los parámetros objeto de análisis. Respecto a la información de permisos de vertimientos, solamente el proyecto LAM2344 tiene autorizado el vertimiento por parte de CORTOLIMA sobre el río Tetuán, por lo que se deberá hacer especial seguimiento a la tendencia de este parámetro para evitar una carga adicional a la fuente receptora.

5.2.1.7. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento de POA en el marco del licenciamiento ambiental para el componente hídrico superficial.

Los criterios técnicos que se presentan son el resultado del análisis regional realizado para el recurso hídrico superficial continental, no obstante, el profesional de evaluación será el responsable de revisarlos, ajustarlos o complementarlos a partir de la revisión y evaluación de la información allegada por el interesado.

Tabla 13. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento de POA

Situación evidenciada	Requerimiento
Para condiciones hidrológicas promedio, se identifican dos SZH con un valor de Alto uso del agua y dos SZH con calificación de Muy Alto (Río Aipe, río Chenche y otros Directos al Magdalena, Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (md), Río Luisa y otros directos al Magdalena y Bajo Saldaña), lo que significa una alta y muy alta presión sobre el recurso respecto a la oferta, respectivamente.	Se recomienda que, durante el seguimiento para los POA que cuentan con permisos de concesión de agua superficial y que se ubican en una zona con “Alto” y “Muy Alto” IUA (LAM4878, LAM2482, LAM3457, LAM4924, LAM4944, LAM2028 y LAV0091-13) es importante revisar y establecer condicionantes en el régimen de aprovechamiento, como limitar el caudal en épocas de estiaje, de manera que se reduzca la presión del recurso hídrico. De igual manera, para futuros POA ubicados en las SZH de referencia, se recomienda estudiar la limitación del tiempo del uso de la concesión, reduciendo el caudal autorizado en épocas de estiaje (junio a agosto).
En la zona donde se concentran aproximadamente el 95% de los proyectos licenciados por la ANLA el índice de aridez tiene la categoría de moderado a deficitario de agua (IDEAM, 2019).	Para los proyectos actuales que cuenten con concesión de agua superficial y aquellos nuevos que la soliciten, revisar y validar en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA el plan de acción formulado en el Programa de Ahorro y Uso Eficiente de Agua – PUEAA, el cual deberá incluir las acciones de reúso (de acuerdo con la Resolución 1207 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y actividades de recirculación y conversión a tecnologías de bajo consumo.
Para año seco las SZH presentan un Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento Hídrico -IVH- alto y muy alto.	En caso de autorizar para el desarrollo de actividades del proyecto la compra de agua con terceros que tengan las respectivas autorizaciones para suplir demanda del recurso hídrico al proyecto, se deberá hacer seguimiento a los volúmenes comprados en relación con los autorizados de captación por parte del proveedor, especialmente si se encuentra en alguna de las subzonas con IVH “Alto”, con el fin de ayudar a conservar, y garantizar la disponibilidad del recurso hídrico para usos diferentes al industrial.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Situación evidenciada	Requerimiento
Para año seco las SZH presentan un Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento Hídrico -IVH- alto y muy alto. Por lo que es necesario el establecimiento de medidas dirigidas al dirigidos al uso eficiente y ahorro del agua.	Si los proyectos cuentan con la autorización de reúso de las aguas residuales generadas, se deberá dar cumplimiento a las siguientes condiciones: Realizar monitoreos trimestrales del agua residual que será objeto de reúso, en los cuales se analicen los criterios de calidad establecidos en el artículo 7 de la Resolución 1207 de 2014 expedida por el MADS; adicionalmente, se deberá presentar un análisis de tendencia para cada uno de los parámetros. Presentar el reporte mensual de las cantidades de agua que son objeto de reúso, discriminando el origen y uso dado, en los Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA.
Existe un Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL) con Alta y Muy alta potencialidad de contaminación del agua debido a presiones por vertimientos puntales de sectores usuarios del recurso hídrico para año seco.	Se recomienda establecer condicionamientos de los permisos de vertimientos y concesión de agua en época seca (entre junio y agosto). Para el caso de los permisos de vertimiento, este debe implementar un sistema de medición de caudales debidamente calibrado sobre la fuente hídrica receptora con frecuencia de medición diaria, con el fin de poder restringir el vertimiento en los caudales mínimos de la fuente hídrica.
	Presentar en los Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA, los soportes que evidencien las actividades de mantenimiento preventivo o correctivo efectuadas al sistema de tratamiento de aguas residuales, en cumplimiento del artículo 2.2.3.3.4.16 del Decreto 1076 de 2015.
	Para futuros proyectos que soliciten permiso de vertimientos a fuentes superficiales, específicamente a los ríos Saldaña, Prado, Patá, Magdalena, Cunday, Negro, Tetuán y Ortega, hacer seguimiento a la calidad de los parámetros de coliformes totales, DBO5, DQO, sólidos suspendidos totales y oxígeno disuelto, con el fin de no generar adicionalidad en el impacto de alteración a la calidad fisicoquímica del recurso hídrico, debido a que en estas corrientes se presentan condiciones anóxicas y son fuertemente contaminadas por la presencia de vertimientos sin tratamiento.
Para el análisis de calidad de agua que se presenta en el desarrollo del reporte, no se incluye el análisis de metales pesados o iones en agua superficial.	Para futuros proyectos que soliciten permisos de vertimientos en las fuentes hídricas previamente listadas, se sugiere requerir en el seguimiento del proyecto la actualización del modelo de calidad de vertimientos, en cumplimiento con los criterios establecidos en la Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales adoptada mediante Resolución 959 del 2018 del MADS, o aquella que la modifique o sustituya. La actualización se requerirá al menos cada 5 años o antes del inicio de alguna etapa que modifique las características presuntivas de calidad de agua del vertimiento, lo anterior, con el fin de validar que no hay una disminución de la capacidad de dilución de las diferentes sustancias vertidas.
	Para los proyectos nuevos licenciados es necesario fortalecer el registro de parámetros de interés sanitario y ambiental como son Metales Pesados e Iones, que actualmente no son medidos con frecuencia por los usuarios del recurso hídrico (Aluminio en mg/L, Arsénico en mg/L, Berilio en mg/L, Boro en mg/L, Cadmio en mg/L, Cianuro en mg/L, Cobalto en mg/L, Cobre en mg/L, Cromo en mg/L, Litio en mg/L, Manganeseo en mg/L, Mercurio en mg/L, Molibdeno en mg/L, Níquel en mg/L, Plata en mg/L, Plomo en mg/L, Vanadio en mg/L y Zinc en mg/L). Esto con el fin de establecer una línea base de referencia en el territorio.

Situación evidenciada	Requerimiento
Las mediciones de los parámetros Arsénico, Bario, Cadmio, Cobrey Molibdeno se reportan con una concentración igual al límite detección de la técnica analítica empleada, la cual es superior a los límites de criterios de calidad establecidos por los artículos 2.2.3.3.9.3 - 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015	Se recomienda que para el seguimiento a los proyectos (LAM0081, LAM0215, LAM3328, LAM4878), estos deban utilizar equipos y métodos analíticos cuyos límites de detección sean iguales o menores al estándar de comparación con la norma legal vigente.

Fuente. ANLA, 2020.

5.2.1.8. Recomendaciones externas

- Se recomienda a las autoridades ambientales competentes incrementar e intensificar las labores de acompañamiento y seguimiento a la atención de contingencias generadas por el derrame de hidrocarburos en el suelo y en el recurso hídrico de manera que se garantice la adecuada gestión de las zonas afectadas y la minimización de los impactos negativos que puedan ocasionarse.
- A CORTOLIMA y a los municipios de Ortega y Natagaima adelantar prácticas de conservación, restauración y manejo de suelos en las áreas críticas, caso de los focos de erosión de Natagaima y Ortega.
- A los municipios la construcción de Plantas de tratamientos de aguas residuales. Así como la construcción, recuperación y/o mantenimiento de pozos sépticos en áreas rurales con especial atención en las cuencas hidrográficas de los ríos Aipe, río Chenche, Medio Saldaña; río Tetuán, río Ortega; Bajo Saldaña y río Luisa.
- A CORTOLIMA y entes territoriales de acuerdo con sus competencias realizar procesos de formación a grupos ambientales existentes y líderes sociales de los municipios con mayor riesgo al desabastecimiento hídrico para que éstos gestionen estrategias que permitan la protección del recurso hídrico en las 18 cabeceras municipales susceptibles al desabastecimiento en temporada seca: Ataco, Chaparral, Coyaima, Cunday, Dolores, espinal, Flandes, Guamo, Natagaima, Ortega, Prado, Purificación, Rovira, Saldaña, San Luis, Suárez, Valle de San Juan y Villarrica.
- A CORTOLIMA la formulación y adopción de POMCAS y Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH), principalmente de los ríos que abastecen municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada seca: Quebrada Paipita, Río Amoyá, Río Luisa, Río Anchique, Quebrada Anaba, Quebrada Mojaco, Chonto, Miravalles, El Coco, Quebrada La Enramada, El Papayal, Madroñal, Cocorinto, Quebrada Batatas y Quebrada La Liga.
- A CORTOLIMA, generar conocimiento regional de la dinámica hídrica, haciendo énfasis en la influencia del cambio climático, a través de instrumentos como las Evaluaciones Regionales del Agua – ERA, de acuerdo con los Lineamientos Conceptuales y Metodológicos del IDEAM (2013) con el fin de identificar el estado y tendencia del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo, que permita la formulación de acciones que aseguren la sostenibilidad del recurso.
- A CORTOLIMA, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) y entes territoriales de acuerdo con sus competencias:
 - La protección, conservación, mantenimiento y restauración de nacimientos de agua y zonas de ribera.
 - Promover la conservación y restauración de los ecosistemas estratégicos para el recurso hídrico a través de mecanismos de estímulo económico, por ejemplo: Pago por servicios ambientales.

- A CORTOLIMA, generar estrategias de manejo y control de las actividades agropecuarias, con el fin de crear programas para los usuarios de las fuentes hídricas sobre la optimización del uso del recurso hídrico superficial, favorecer estrategias de uso y ahorro eficiente del agua y reducir los aportes difusos de carga orgánica.
- A las Universidades promover investigaciones dirigidas a evaluar los efectos del cambio climático sobre la producción de sedimentos en la cuenca del río Atá y Medio Saldaña.
- A CORTOLIMA, para la evaluación de futuras concesiones y permisos de vertimientos es necesario realizar una evaluación integral y tener en cuenta los permisos ambientales otorgados por la ANLA a los proyectos licenciados por la ANLA para la corriente o cuenca específica con el fin de identificar conflictos potenciales del recurso, especialmente en las SZH que reportan un Alto o Muy Alto IUA.

5.2.2. VALORACIÓN ECONÓMICA SERVICIO DE PROVISIÓN HÍDRICA

The Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) define el servicio de provisión hídrica como el agua superficial y el agua subterránea usada para nutrición, materiales o energía; que incluye agua para consumo humano, fuente de energía y otros usos. Otras clasificaciones como National Ecosystem Services Classification System y Final Ecosystem Goods and Services Classification System también han definido el servicio en relación a la fuente, el usuario y el tipo de uso (*Vardon, Keith, & Lindenmayer, 2019*).

De esta manera, el flujo que ocurre durante la estación seca (base) y el flujo que ocurre durante o brevemente después de eventos lluviosos (rápido), son procesos esenciales para conocer los flujos estacionales en una cuenca hidrográfica. En InVEST⁴ a partir del modelo de rendimiento hídrico anual, se establece la contribución que hace una parcela a la generación de ambos flujos; la cual depende de factores tales como el clima, la vegetación, el suelo, la pendiente y la posición a lo largo de la senda de flujo (estableciendo si el área puede recibir aportes aguas arriba o si el agua recargada puede luego ser evapotranspirada) (*Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., K, 2018*).

En el modelo, un área y su valor con respecto al rendimiento hídrico representa tanto el potencial para generar caudal como el caudal real generado; mediante los índices de flujo rápido, de recarga (el cual representa el flujo base potencial) y de caudal real. El flujo rápido y el flujo base se definen como la generación de caudal con tiempos de residencia en la cuenca de horas a días y de meses a años, respectivamente (*Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., K, 2018*).

5.2.2.1. Metodología

Para el análisis de flujo superficial de escorrentía, se utilizaron los datos de precipitación promedio mensual y evapotranspiración promedio mensual para el periodo 1981 – 2010 del IDEAM (IDEAM, 2019c),

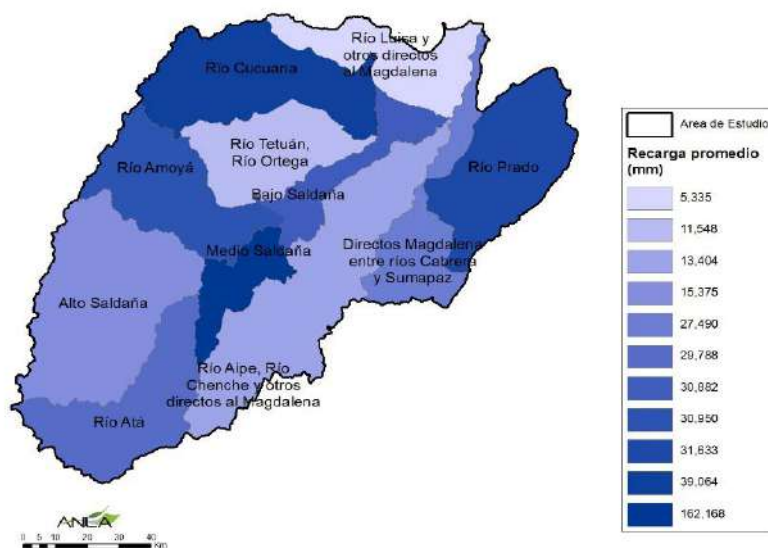
⁴ El programa InVEST - Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs- es un software de acceso libre desarrollado por la Universidad de Stanford que permite modelar, valorar y localizar el cambio de servicios ecosistémicos (terrestres y marinos) mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (GIS).

información de texturas de suelo obtenidas bajo licencia libre en la página SoilGrids (ISRIC World Soil Information, 2019), el modelo de elevación digital del IGAC (IGAC, 2018) y coberturas de la tierra 2017 del IDEAM (IDEAM, 2010b) al igual que datos de coeficiente de cultivo Kc^{15} específico para cada cobertura (Servicio Geológico Colombiano, 2015).

El modelo INVEST Seasonal Water Yield, utiliza datos mensuales tanto de precipitación como de evapotranspiración de la zona para estimar el agua que entra al sistema por medio de la precipitación después de pasar tanto por la cobertura, como por el tipo de suelo en el área de estudio (Pessacq et al., 2018). Para analizar el ciclo de agua de escorrentía dentro de una cuenca específica, el modelo puede generar hasta cinco capas de valores: de flujo base, de flujo base acumulado, pulsos de agua, recarga local acumulado y valores de recarga.

En la Figura 35 se presentan de manera agregada las recargas promedio anual para las 11 subzonas hidrográficas del área de estudio. Las subzonas Alto Saldaña y Río Atá presentan valores de recarga bajos, a pesar de su cercanía con el complejo de páramos “Las Hermosas”; dada la demanda hídrica de las actividades agrícolas intensivas que generan un gran estrés hídrico.

Figura 35. Valores de recarga promedio para las Subzona Hidrográfica



Fuente: ANLA 2020

En el modelo se calcula la producción de agua anual para cada cuenca como la relación entre precipitación, evapotranspiración, agua absorbida por cada tipo de cobertura y el agua percolada por el suelo (Tabla 14. Valores de producción de agua anual por SZH representado en drenajes). Las

⁵ El Coeficiente de cultivo Kc hace referencia al factor constante de consumo por parte de un cultivo. En este caso, también hace referencia a la absorción de agua en diferentes coberturas de la tierra.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

SZH Bajo y Medio Saldaña con producciones hídricas relativas entre 120 - 194 mil m³, representan los mayores aportes al Río Saldaña. Las subzonas hidrográficas de Río Luisa y otros directos al Magdalena y Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz al ser las más cercanas al Río Magdalena, están ubicadas en zonas de valle y por lo tanto no presentan un drenaje principal de acuerdo con el modelo.

Tabla 14. Valores de producción de agua anual por SZH representado en drenajes

Subzonas hidrográficas	Producción mínima (m ³ /año)	Aporte al caudal mínimo (m ³ / año)
Medio Saldaña	193470,62	755240,512
Bajo Saldaña	127177,9	329764,8
Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena	88729,724	622452,348
Río Amoyá	59603,52	699320,304
Río Cucuana	52284,544	404069,854
Río Prado	45569,947	479112,674
Alto Saldaña	40041,78	116,310166
Río Atá	38513,832	561828,209
Río Tetuán, Río Ortega	9216,12	265666,103
Río Luisa y otros directos al Magdalena	-	64992,9264
Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz	-	322285,392

Fuente: ANLA 2020

Por su parte, el aporte a la producción hídrica mínima se determina a partir de las producciones de agua acumuladas y el área correspondiente a cada subzona hidrográfica.

5.2.2.2. Valoración económica

En el contexto del servicio de provisión hídrica, el método de costo evitado o costos de adaptación se refiere a monetizar los comportamientos que los hogares asumen cuando enfrentan un suministro insuficiente de agua; tales como compra de otras fuentes, costos de tratamiento para mejoramiento de calidad del agua y tiempos de búsqueda. La cuantificación y monetización de estos costos son medidas potencialmente útiles de los beneficios sociales derivados de un mejoramiento en los acueductos municipales, si con ello llegan a eliminarse tales comportamientos (Orgill-Meyer, Jeuland, Albert, & Cutler, 2018).

Sin embargo, estas medidas representan un límite inferior de los beneficios, dado que los hogares pueden estar dispuestos a pagar considerablemente más que lo que gastarían en un mejoramiento del abastecimiento de agua potable, debido a las restricciones tecnológicas o institucionales. En dicho método se busca estimar los costos evitados por las personas gracias a un mejoramiento de la calidad ambiental o los inducidos debido a un detrimento de la misma (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Es importante considerar que el componente hídrico presta además del servicio de provisión, las condiciones de vida para materia orgánica y organismos vivos, para mantener la salud ecológica de los cuerpos de agua y mejorar las condiciones de la vida humana, aparte de reponer el agua subterránea, cubrir la demanda de agua por evaporación y fugas y promover el círculo virtuoso de hidrología regional, todo ello asociado al servicio de regulación (Cheng, Li, Yue, & Huang, 2019).

En el estudio de los costos del suministro insuficiente de agua, Orgill-Meyer et al (Orgill-Meyer et al., 2018) consideran que estos pueden verse reflejados en los costos inducidos que enfrentan los hogares por la compra de fuentes alternativas, costos de tratamiento, almacenamiento, reparación y tiempos de recolección; encontrando además que se aproximan al valor mensual promedio del servicio de acueducto. Por tanto, para valorar el servicio de provisión hídrica se considera la tarifa aplicada para el servicio de acueducto; la cual incluye un cargo fijo y un cargo por unidad de consumo. El cargo fijo está determinado con base en los costos medios de administración, mientras que el cargo por consumo se divide en los costos medios de operación y mantenimiento, de inversión y de tasas ambientales.

Considerando las cuatro SZH y las correspondientes cabeceras municipales susceptibles al desabastecimiento, tanto en condiciones hidrológicas promedio como para año hidrológico seco; en la Tabla 15. Tarifa aplicada al servicio de acueducto se presenta la tarifa correspondiente al usuario residencial estrato 4 (sin subsidio ni sobreprecio) reportada por el prestador del servicio de acueducto en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios – SUI (Superintendencia de Servicios Públicos, 2018) y actualizada por IPC al año 2020.

Tabla 15. Tarifa aplicada al servicio de acueducto

SZH	Cabecera municipal	Cargo fijo (\$)	Cargo por consumo básico (\$/m³)	Tarifa (\$/m³) Enero 2020
Bajo Saldaña	Guamo	3.859	1.185	5.044
Río Aipe, río Chenche y otros Directos al Magdalena	Purificación	4.463	1.057	5.520
Río Luisa y otros Directos al Magdalena	Espinal ⁶	9.025	1.230	10.255
Río Prado	Cunday	4.032	616	4.648

Fuente: SUI (Superintendencia de Servicios Públicos, 2018)

En este ejercicio se parte de un escenario en el cual se considera la afectación en su totalidad del servicio de provisión hídrica, correspondiente al aporte que cada SZH hace al caudal mínimo. En la Tabla 16. Valor del servicio de provisión hídrica por SZH se presenta la valoración de este servicio a las tarifas establecidas en cada cabecera municipal.

⁶ <https://www.aaaespinal.com.co/tarifas-vigentes/>

Tabla 16. Valor del servicio de provisión hídrica por SZH

SZH	Aporte al caudal mínimo (m³/año)	Valor económico (COP 2020)
Río Aipe, río Chenche y otros Directos al Magdalena	622.452,348	\$ 3.435.936.961
Río Prado	479.112,674	\$ 2.226.915.709
Bajo Saldaña	329.764,8	\$ 1.663.663.651
Río Luisa y otros Directos al Magdalena	64.992,9264	\$ 666.502.460

Fuente: ANLA a partir de SUI (Superintendencia de Servicios Públicos, 2018)

El aporte total de las cuatro ZSH con una capacidad de regulación y retención hídrica baja y moderada, es alrededor de 1.496.000 m³ anuales, cuyo valor económico estimado asciende aproximadamente a 8.000 millones de pesos considerando un uso residencial.

5.2.2.3. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento del POA en el marco del licenciamiento ambiental para Valoración Económica

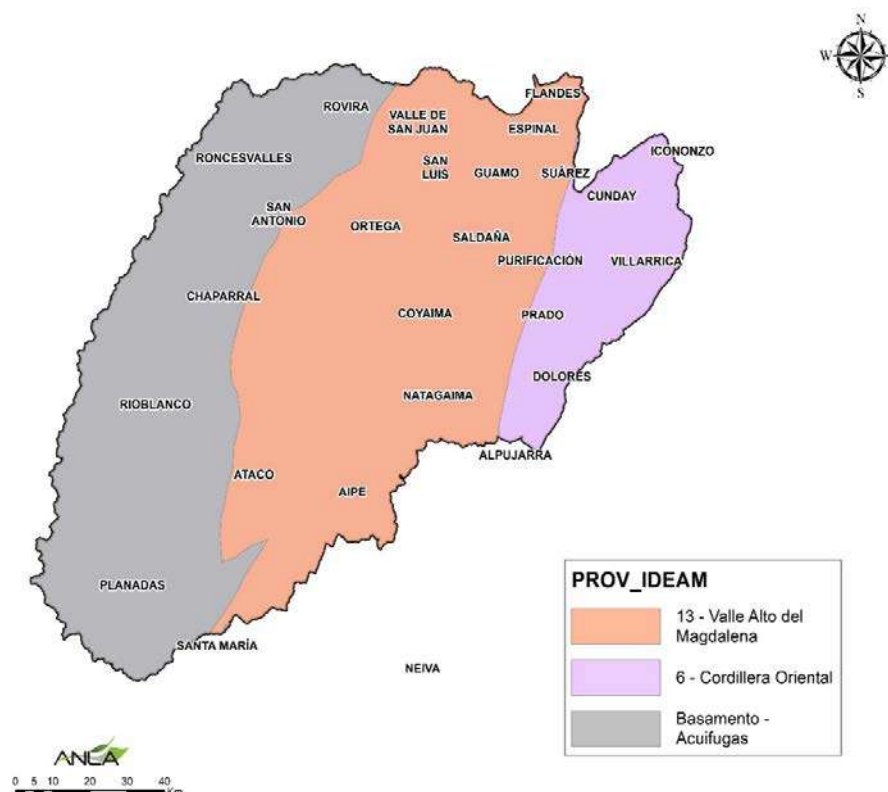
En las SZH Río Aipe, Río Prado, Bajo Saldaña y Río Luisa con baja capacidad de regulación y retención hídrica, se debe establecer y cuantificar la posible disminución del caudal mínimo, que pueda llegar generar el desarrollo de nuevos proyectos.

Los costos inducidos que posiblemente enfrenten los hogares por dicha disminución y el suministro insuficiente de agua, pueden aproximarse al pago mensual promedio del servicio de acueducto; por tanto, la afectación al caudal de los cuerpos de agua puede también ser valorada económicamente a la tarifa vigente en la correspondiente cabecera municipal, para así ser incluida dentro del correspondiente Análisis Costo Beneficio.

5.2.3. COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

Dentro del área de estudio planteada para el presente análisis regional, se localizan las provincias hidrogeológicas de La Cordillera Oriental y del Valle Alto del Magdalena de acuerdo a la zonificación establecida por el IDEAM (IDEAM, 2010a) tal como se presenta en la Figura 36.

Figura 36. Provincias hidrogeológicas identificadas en el Área de Estudio.



Fuente: ANLA, 2020 a partir de IDEAM, 2014.

5.2.3.1. Provincia hidrogeológica Cordillera Oriental

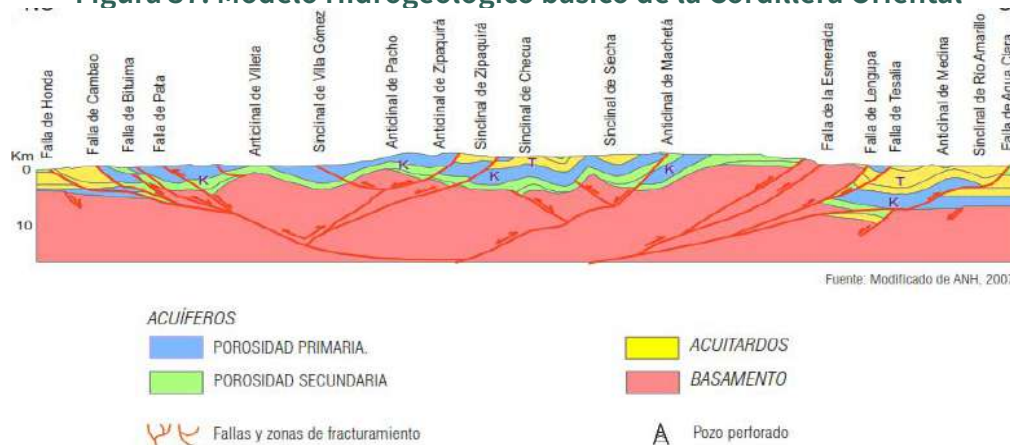
La provincia hidrogeológica de Cordillera Oriental se caracteriza por ser una provincia intramontana; se localiza en la parte meridional del país, y coincide con la secuencia sedimentaria cretácica plegada de la cordillera Oriental que se extiende en dirección suroeste-noreste. Por el norte, limita con rocas metamórficas del macizo de Santander. Por el oriente, está delimitada por el sistema de fallas del piedemonte de la cordillera Oriental. En el sur, limita con el sistema de fallas de Algeciras Garzón (AGFS) y con el macizo del mismo nombre; y en el occidente, por el sistema de fallas Suaza, Prado-Bituima y La Salina (IDEAM, 2010a).

Las rocas sedimentarias que conforma anticlinales y sinclinales, limitadas por fallas de cabalgamiento de carácter regional, están cubiertas por depósitos cuaternarios fluviolacustres y glaciares que suprayacen rocas sedimentarias detríticas de texturas arenosas, lutíticas y carbonatadas, que se extienden desde el Cretácico hasta el Terciario Superior (Figura 37).

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Figura 37. Modelo Hidrogeológico básico de la Cordillera Oriental



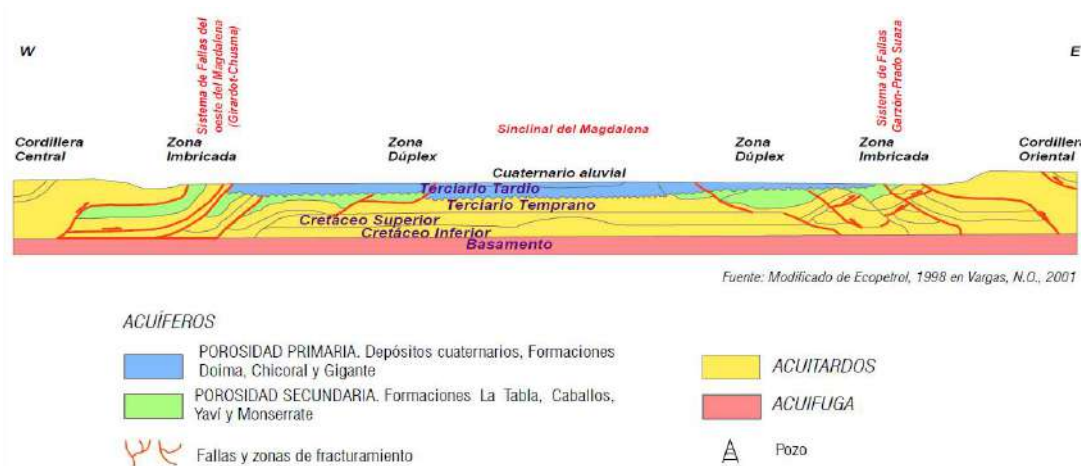
Fuente: Estudio Nacional del Agua, IDEAM 2010.

5.2.3.2. Provincia hidrogeológica Valle Alto del Magdalena.

La provincia se extiende en dirección sur-norte y limita al sur con el Macizo Colombiano y al norte con el cinturón plegado de Girardot. Al nororiente, está delimitada por el sistema de fallas Bituima-La Salina (BSFS); y al surorente, parcialmente por el sistema de fallas Algeciras-Garzón (AGFS). Al occidente, limita con las rocas precretáceas de la cordillera Central (CC). La provincia está delimitada al sur, con las rocas ígneas y metamórficas (barreras impermeables) que conforman el Macizo Colombiano. Al norte, con el cinturón plegado de Girardot. Al nororiente, está delimitada por el sistema de fallas Bituima-La Salina (BSFS); y al surorente, en parte, por el sistema de fallas Algeciras-Garzón (AGFS). Al occidente limita con las rocas precretáceas de la cordillera Central (CC), caracterizadas como una barrera impermeable. En sentido geomorfológico, esta provincia separa las cordilleras Central y Oriental, y conforma ambientes restringidos a la dinámica fluvial de la corriente superficial más importante del país: el río Magdalena.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la depresión tectónica del Valle del Magdalena se ha rellenado en el tiempo geológico y posterior al Mioceno se depositaron las secuencias más importantes por sus características litológicas y comportamiento hidráulico. Estas unidades corresponden, en primer lugar, al Grupo Honda. Durante periodos intervenidos por la mayor actividad volcánica y tectónica, los abanicos aluviales llegaron a ser más reducidos en tamaño, y los sedimentos de los canales fueron depositados por sistemas fluviales trenzados y meándricos, fluyendo hacia el este de la planicie aluvial (IDEAM, 2010a). Estas características de la depositación restringen las posibilidades de almacenamiento de agua subterránea a aquellos horizontes de areniscas y conglomerados, producto de acreción lateral, rellenos de canal, barras longitudinales y diques que se disponen en la parte superior del Grupo Honda (Figura 38).

Figura 38. Modelo Hidrogeológico básico del Valle Alto del Magdalena.



Fuente: Estudio Nacional del Agua, IDEAM 2010.

5.2.3.3. Sistemas acuíferos

En el área de estudio establecida para el presente análisis regional se han estudiado e identificado (IDEAM, 2014a) los Sistemas Acuíferos: SAM 4.9 Sistema Acuífero Colombia – Dolores, SAM 2.1 Sistema Acuífero Ibagué, SAC 2.2 Sistema Acuífero Purificación – Saldaña y, SAM 2.3 Sistema Acuífero Neiva – Tatacoa – Garzón, donde se identifican sus características hidráulicas en la Tabla 17 y su espacialización en la Figura 39.

Tabla 17. Sistemas acuíferos identificados en el Área de Estudio.

Provincia hidrogeológica	Código	Sistema acuífero	Unidades hidrogeológicas	Tipo de acuíferos	Parámetros hidráulicos		Área superficial (km²)
PM2 Valle alto del Magdalena	SAM2.1	Ibagué	Acuífero Abanico de Ibagué y acuífero Gualanday	Libres a semiconfinados	B= > 300 m K= 1 a 3m/d	T= 50 a 2.200 m²/d Ss= 0.2 a 5 l/s/m	976
	SAM2.1	Purificación-Saldaña	Acuífero depósito aluvial Valle del río Magdalena (Qal2), Acuífero del Guamo Espinal (NgQp5), Acuífero Honda (Ngc2) y Acuífero Caballos – (Kit1)	Libres, semiconfinados a confinados	B= 120 m K= 3 a 8 m/d	T= 8 a 318 m²/d S= 0.15x10-4 Ss= 0.2 a 2 l/s/m	3.788

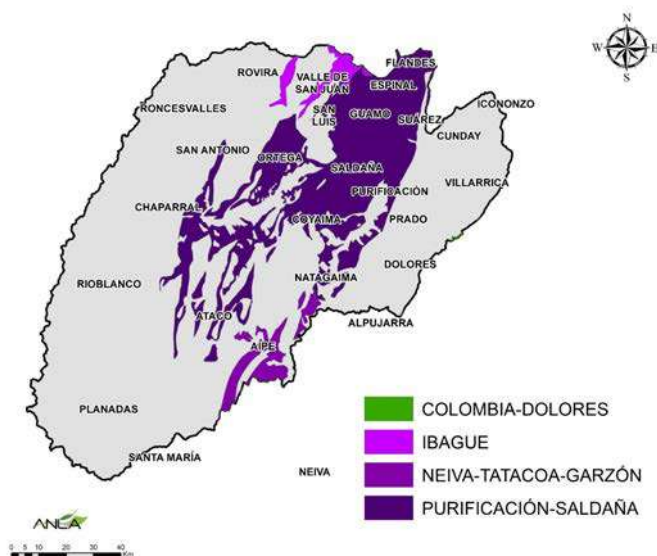
REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Provincia hidrogeológica	Código	Sistema acuífero	Unidades hidrogeológicas	Tipo de acuíferos	Parámetros hidráulicos		Área superficial (km²)
PM2 Valle alto del Magdalena	SAM2.3	Neiva-Tatacoa - Garzón	Acuífero depósito aluvial Valle del río Magdalena (Qal2), Acuíferos depósitos aluviales de la Cordillera Oriental (Qal3), Acuífero Abanicos antiguos y recientes (Qc5), Acuífero Gigante (Ngp1) y Acuífero Gualanday (Pgc4)	Libres, semiconfinados a confinados	B= 600 a 800 m K= 0.16 a 6.3 m/d	T= 8 a 318 m2/d S= 0,15x10-4 Ss= 0.13 a 6.2 l/s/m	4.277
PM4 Cordillera Oriental	SAM4.9	Colombia - Dolores	Acuífero Gualanday, Acuífero Guadalupe y Acuífero de la formación la Tabla	Libres, semiconfinados a confinados	-	-	821

Fuente: ANLA, 2020 a partir de IDEAM, 2014.

Figura 39. Sistemas Acuíferos Identificados en el Área de estudio.



Fuente: ANLA, 2020 a partir de IDEAM, 2019.

Para el presente reporte de análisis regional se tiene como referencia la Formulación del POMCA del río Luisa y otro directos del Magdalena (CORTOLIMA, 2017), donde se evidencia información hidrogeológica referente a la cuenca del río Luisa, la cual se describe a continuación. Cabe mencionar que el resto del área de estudio carece de estudios hidrogeológicos relevantes, por lo que se recomienda adelantar estudios para determinar la demanda y uso del recurso.

Las unidades hidrogeológicas de importancia regional identificadas (Figura 40) en los municipios de Flandes, Guamo, Espinal, Valle de San Juan, San Luis y Rovira se resumen en la Tabla 18, de acuerdo a su unidad geológica, litología, tipo de acuífero y características.

Tabla 18. Unidades hidrogeológicas identificados en el Área de Estudio.

Unidad Geológica	Litología	Tipo de acuíferos	Características
Gneises y anfibolitas de tierradentro (PCAn)	Gneises y anfibolitas.	Acuífugos	Baja permeabilidad, baja meteorización, bajo fracturamiento y extensión limitada.
Stock Granítico (Pg)	granodiorítica con alto contenido de cuarzo y feldespatos.	Acuífugos	Moderada meteorización, poco fracturamiento y baja permeabilidad
Formación Luisa (Trl)	conglomerados tipo brecha con algo de metamorfismo.	Acuífugos	Poco meteorizada, poco fracturada e impermeable.
Formación Prepayandé (JTrpp)	Lutitas alternadas con areniscas.	Acuitados a Acuícludos	Alta meteorización y fracturamiento, baja permeabilidad primaria.
Formación Payandé (Calizas) (JTrpc)	Calizas con intercalaciones de limolitas.	Acuíferos confinados	Poca meteorización, medianamente fracturadas y diaclasadas, permeabilidad secundaria.
Formación Payandé (Mármoles) (JTrpm)	Mármoles y Skarns.	Acuífugos	Bajo fracturamiento, porosidad y permeabilidad secundaria.
Formación Pospayandé (Jpp)	Conglomerados tipo brecha, con algo de metamorfismo.	Acuícludos	Poco fracturamiento y meteorización.
Batolito de Ibagué (Jgdi)	Granodioritas de textura fanerítica, con alto contenido de cuarzo y feldespatos.	Acuífugos	Alta meteorización y moderado fracturamiento.
Stock de Payandé (Jp)	Granodioritas y cuarzodioritas	Acuífugos	Bajo fracturamiento.
Formación Caballo (Kic)	Areniscas y arenisca calcáreas de grano fino con intercalaciones delgadas de limolitas calcáreas y margas.	Acuíferos confinados a semiconfinados.	Bajo fracturamiento, permeabilidad primaria y secundaria.
Calizas de Tetuán (Kit)	Margas y limolitas calcáreas con intercalaciones de calizas finas.	Acuíferos	Muy meteorizadas y altamente fracturadas
Shale de Bambuca (Ksb)	Lodolitas negras y lutitas calcáreas.	Acuícludos	Bajo fracturamiento.
Formación Hondita y Loma Gorda (Ksh-Ig)	Shales y lodolitas de color negro con concreciones calcáreas y con intercalaciones de calizas.	Acuíferos confinados a semiconfinados.	Moderado fracturamiento.
Grupo Olini (Kso)	Intercalaciones de lodolitas con limolitas silíceas.	Acuícludos a acuífero localmente confinado.	Alto fracturamiento.
Niveles de lutitas y Areniscas (Ksla)	lodolitas calcáreas con algunas intercalaciones de areniscas cuarzosas	Acuícludos	Baja permeabilidad.
Formación La Tabla (Kslt)	areniscas conglomeráticas	Acuíferos semiconfinados	Permeabilidad primaria

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Unidad Geológica	Litología	Tipo de acuíferos	Características
Formación Seca (KPgs)	Areniscas intercaladas con limolitas y arcillolitas	Acuitardos.	Baja permeabilidad.
Formación Gualanday Inferior (Pggi)	Arcillolitas intercaladas con areniscas cuarzosas.	Acuíferos confinados a semiconfinados	Alta meteorización.
Formación Gualanday Superior (Pggs)	Conglomerados clasto-soportados intercalados con areniscas cuarzosas y arcillolitas	Acuíferos confinados a semiconfinados	Alta meteorización.
Grupo Honda (Ngh)	Areniscas tobáceas con intercalaciones de lodolitas.	Acuíferos semiconfinados	Media meteorización y fracturamiento, extensión limitada.
Abanicos antiguos (Qa)	cantos, gravas y bloques de rocas sedimentarias	Acuíferos libres	extensión limitada
Abanico del Guamo (Qag)	Clastos de origen ígneo y metamórfico.	Acuíferos libres	Acuífero de recarga directa y de alta producción.
Abanico del Espinal (Qae)	Clastos ígneos y metamórficos.	Acuíferos libres	Acuífero de recarga directa y de alta producción.
Depósitos Piroclásticos (Qto)	Compuestos de arcillas y limos, con muy pocos clastos.	Acuitardos	Baja capacidad de transmisión.
Terrazas aluviales intramontanas (Qt)	Depósitos de gravas, embebidos en una matriz areno limosa.	Acuíferos libres	Recarga directa de extensión limitada y producción limitada.
Terrazas aluviales altas (Qta)	Depósitos gravas, embebidos en una matriz areno limosa.	Acuíferos libres	Recarga directa de extensión limitada y producción limitada.
Terrazas aluviales bajas (Qtb)	Depósitos gravas, embebidos en una matriz areno limosa.	Acuíferos libres	Recarga directa de extensión limitada y producción limitada.
Terrazas coluviales subrecientes (Qc)	Material proveniente de suelos residuales arenosos.	Acuitardos	Baja capacidad de transmisión.
Aluviones recientes (Qal)	Depósitos compuestos por bloques, guijarros y gravas	Acuíferos libres	Recarga directa de extensión limitada y producción limitada.

Fuente: ANLA, 2020 a partir de CORTOLIMA, 2017.

De acuerdo a las unidades hidrogeológicas descritas en la Tabla 18 y conforme con la clasificación propuesta por el IDEAM (2010) la cual se basa en la extensión, porosidad de la unidad y características de permeabilidad asociadas a cada tipo de acuífero, se tiene que los acuíferos con porosidad intergranular Tipo I1 corresponden a los acuíferos extensivos y altamente productivos como el Abánico del Guamo y Espinal (capacidad específica entre 2.0 l/s/m y 5.0 l/s/m); seguidamente se tienen los acuíferos Tipo I2 moderadamente productivos, presentes en sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial o lacustre como las terrazas aluviales y los depósitos aluviales recientes (capacidad específica entre 0.05 l/s/m y 1.0 l/s/m), también se tienen los acuíferos Tipo I3 de baja productividad en rocas piroclásticas y volcanoclásticas que forman acuíferos libres a semiconfinados como los depósitos subrecientes y los depósitos Piroclásticos (capacidad específica promedio menor a 0.05 l/s/m).

Dentro del Tipo 2 referente a los acuíferos en rocas consolidadas con porosidad primaria se tiene la unidad II1 los cuales son acuíferos altamente productivos en rocas sedimentarias y generalmente confinados como la formación gualanday (capacidad específica promedio mayor de 5.0 l/s/m) y seguido por la unidad II2 que corresponde a los moderadamente productivos en rocas sedimentarias que forman acuíferos confinados a semiconfinados como las Formaciones Caballos, Hondita y Lomagorda, Honda, La Tabla, La seca, las calizas de la formación Payandé, las calizas de Tetuán y el Grupo Olini (capacidad específica entre 1.0 l/s/m y 2.0 l/s/m).

Por último, respecto al Tipo III que corresponde a los acuíferos con recursos limitados se tiene la unidad III1, acuíferos menores con recursos locales y limitados en rocas ígneas a metamórficas como la

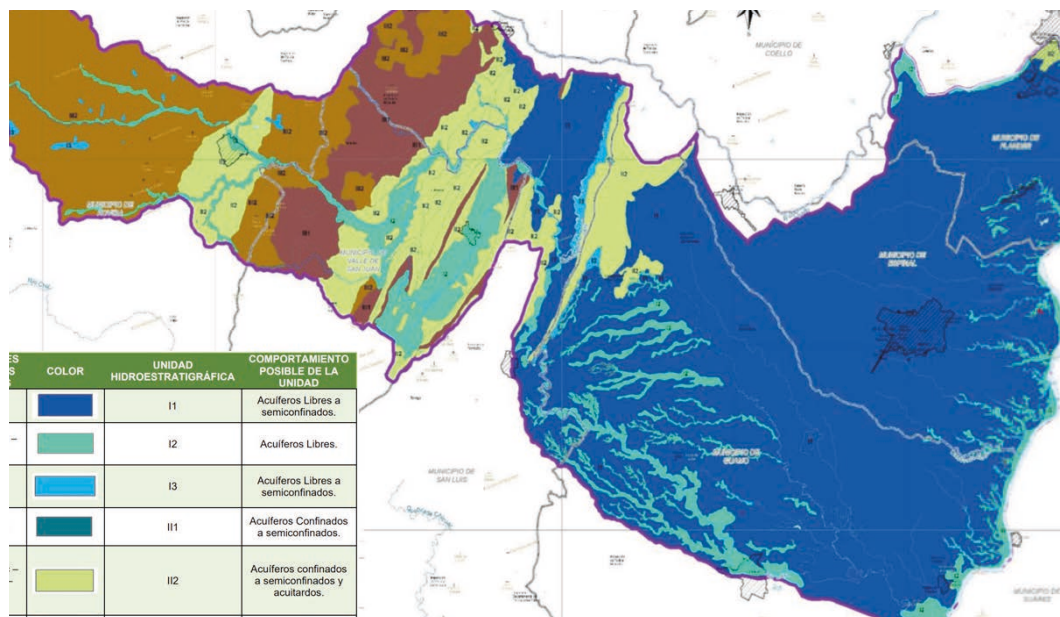
formación Payandé y Shale de Bambucá (capacidad específica entre 1.0 l/s/m y 2.0 l/s/m) y finalmente en la unidad III2 se tienen complejos ígneo-metamórficos con baja a ninguna productividad de agua subterránea como Anfibolitas de Tierradentro, Stock granítico, Stock de Payandé, Batolito de Ibagué, la formación Luisa y los mármoles de la formación Payandé (capacidad específica promedio menor a 0.05 l/s/m) (Tabla 19).

Tabla 19. Tipos de acuíferos en el área de estudio

TIPO DE ACUÍFERO	FORMACIONES GEOLÓGICAS ASOCIADAS	COLOR	UNIDAD HIDROESTRATIGRÁFICA	COMPORTAMIENTO POSIBLE DE LA UNIDAD
Acuíferos en los cuales la porosidad principal es intergranular	Qag - Qae		I1	Acuíferos Libres a semiconfinados.
	Qa - Qt - Qta - Qtb - Qal		I2	Acuíferos Libres.
	Qto - Qc		I3	Acuíferos Libres a semiconfinados.
Acuíferos en rocas consolidadas con porosidad primaria y fisurados con porosidad secundaria o carstificados	Pggi - Pggs		II1	Acuíferos Confinados a semiconfinados.
	Kit - Kso - Kic - Ksh-Ig - Kst - Kpgs - Ngh		II2	Acuíferos confinados a semiconfinados y acuitardos.
Rocas granulares o fisuradas que	JTrpp - Jpp - Ksb - Ksla -		III1	Acuitardos a acuíclados

Fuente. Formulación del POMCA río Luisa, 2017.

Figura 40. Mapa de Unidades hidrogeológicas



Fuente. Formulación del POMCA río Luisa, 2017.

5.2.3.4. Dirección de Flujo Regional

La dirección de flujo superficial predominante principalmente en la cuenca del río Luisa es de Occidente a Oriente, como el río Luisa y otros directos al Magdalena y las demás corrientes principales de la zona, las cuales desembocan en el río Magdalena. De acuerdo a la morfología observada se estima que las direcciones de flujo subterráneo obedecen el mismo patrón de las aguas superficiales (CORTOLIMA, 2017).

5.2.3.5. Zonas de recarga y descarga

Las zonas de recarga son áreas conformadas por material con alta permeabilidad primaria, ubicadas en áreas de alta precipitación y con una disposición estructural que favorece la infiltración de agua. Su importancia radica en alimentar acuíferos, algunos de los cuales contribuyen con los caudales de los cuerpos de agua de la zona.

Es así como la recarga directa por precipitación es la infiltración de la lluvia local en áreas de alta permeabilidad y baja pendiente constituidas en el área de estudio por depósitos aluviales recientes de espesores variables y los depósitos de Abanicos del Guamo y Espinal, que suprayacen niveles semipermeables de rocas terciarias, generando flujos subsuperficiales, que regulan el ciclo hidrológico y mantienen el aporte en épocas de estiaje. Estas zonas son de gran importancia, porque constituyen zonas amortiguadoras de balance hídrico entre las épocas de verano e invierno al retener gran cantidad de agua en la época de lluvias y descargarla gradualmente en épocas de verano. Las zonas de recarga por flujos regionales provienen de la cuenca alta, de afloramientos del Batolito de Ibagué, la Formación Gualanday y otras formaciones cretáceas y terciarias (CORTOLIMA, 2017).

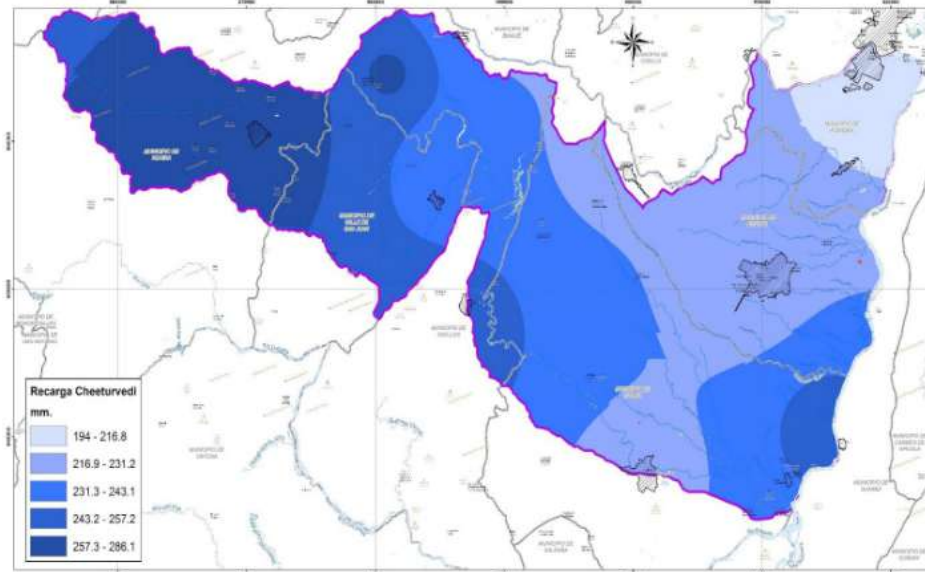
Las zonas de descarga son aquellas áreas donde la tabla de agua intercepta la superficie del terreno dando origen a corrientes superficiales como flujo base de los principales cuerpos de agua de la zona. La zona de descarga de los sistemas acuíferos, de acuerdo a las condiciones identificadas, son los ríos Luisa y Guadual en la parte alta de la cuenca, y el río Magdalena en la parte baja de la cuenca.

Así mismo otra posible fuente de descarga puede corresponder a los pozos de agua de la comunidad ya sean de tipo doméstico o para uso agrícola, ya que la parte baja de la cuenca se caracteriza por ser una zona de cultivos de arroz principalmente, por lo cual los puntos de captación de aguas subterráneas se ubicarían principalmente en las zonas comprendidas por los abanicos del Guamo y de Espina, los cuales constituyen los principales acuíferos de la cuenca (CORTOLIMA, 2017).

5.2.3.6. Estimación de la recarga potencial

Para la estimación de la recarga potencial por precipitación en la cuenca del río Luisa se utilizó la ecuación empírica de Cheeturvedi (Figura 41), donde se observa que, en las partes altas de la cuenca ubicadas al oeste, se presentan las mayores precipitaciones y menores temperaturas. De los cálculos realizados se obtiene que la recarga potencial corresponde a valores comprendidos entre el 13.5 % y el 16% de los valores extremos de precipitación (1168 – 2124 mm), observándose una distribución de las zonas de recarga bastante heterogénea, resaltando que las zonas con mayor recarga corresponden a las partes altas de la cuenca y las zonas de menor recarga corresponden a las zonas bajas donde se encuentran los depósitos cuaternarios de abanicos (CORTOLIMA, 2017).

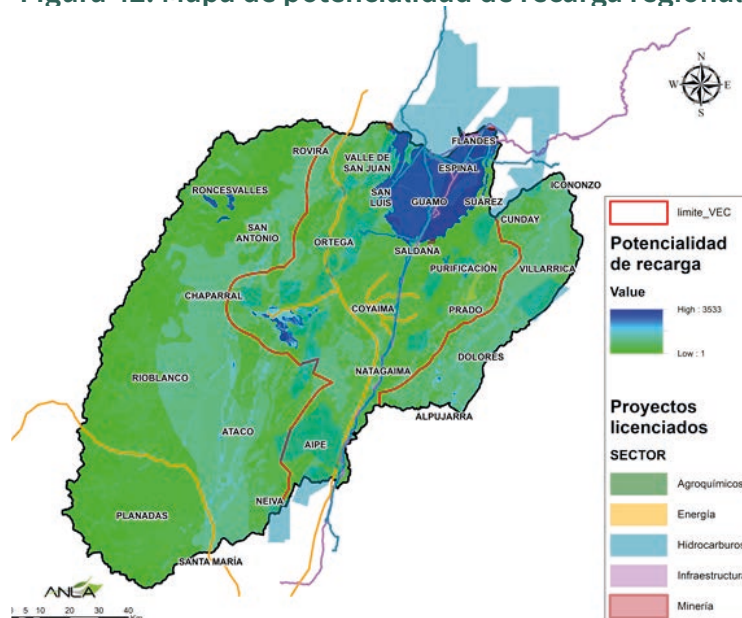
Figura 41. Mapa de recarga según Cheeturvedi



Fuente. Formulación del POMCA río Luisa, 2017.

De acuerdo al documento de Formulación del POMCA del río Luisa (CORTOLIMA, 2017), se presenta una alta potencialidad de recarga en los municipios de Flandes, Espinal y el Guamo, estos mismos valores coinciden con el presentado en el Estudio Nacional del Agua 2019, donde se evidencia para el área de estudio que esta zona es la principal de recarga identificada Figura 42.

Figura 42. Mapa de potencialidad de recarga regional



Fuente. ANLA 2020, tomado de Estudio Nacional del Agua, 2019.

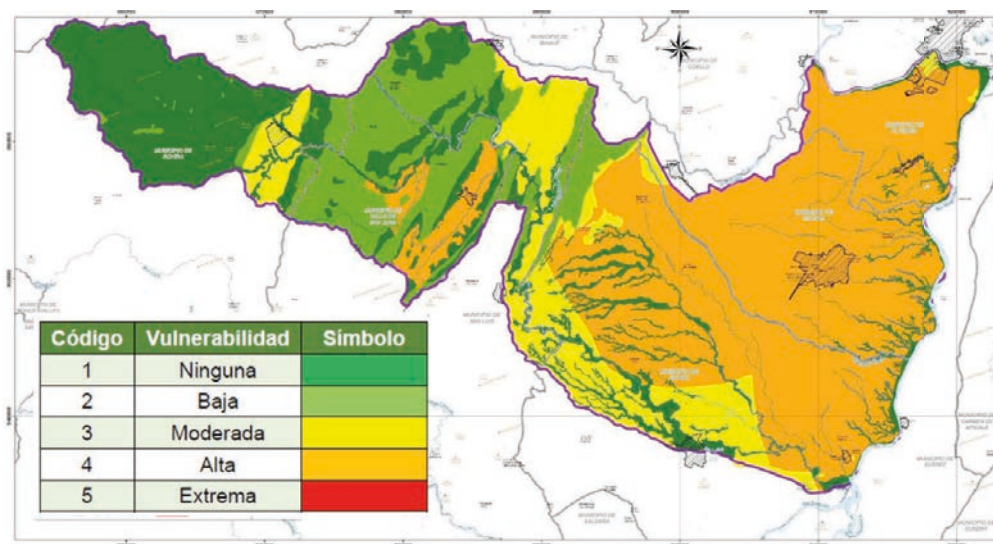
5.2.3.7. Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación

La vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación (Figura 43) se ha considerado una medida cualitativa de la facilidad o dificultad que tiene un contaminante dispuesto sobre la superficie del terreno para llegar al acuífero mediante infiltración a través de la zona no saturada (CORTOLIMA, 2017).

En el mapa de vulnerabilidad de los acuíferos en la cuenca del río Luisa, se puede observar que los acuíferos Honda y Gualanday medio, obtuvieron muy baja vulnerabilidad a la contaminación, ya que en la zona conforman acuíferos confinados con profundidad del agua superior a los 100 m y predominio litológico de arcillolitas y areniscas de grano medio a fino muy compactas. Estos acuíferos presentan por lo tanto las mejores condiciones para la conservación de la calidad natural del recurso hídrico subterráneo. Los acuíferos del Gualanday inferior y superior presentan baja vulnerabilidad a la contaminación, ya que se consideran confinados, tienen profundidad del agua mayor de 70 m y un predominio litológico de conglomerados con matriz arcillo-arenosa y niveles arenosos y arcillosos (CORTOLIMA, 2017).

Adicionalmente se identifica que los depósitos cuaternarios de los abanicos del Guamo y Espinal presentan una vulnerabilidad alta en la mayor parte de extensión. Finalmente se destaca que las zonas donde se encuentra aflorando el Grupo Honda y algunas formaciones Cretáceas presentan una vulnerabilidad moderada (CORTOLIMA, 2017).

Figura 43. Mapa de vulnerabilidad de los acuíferos



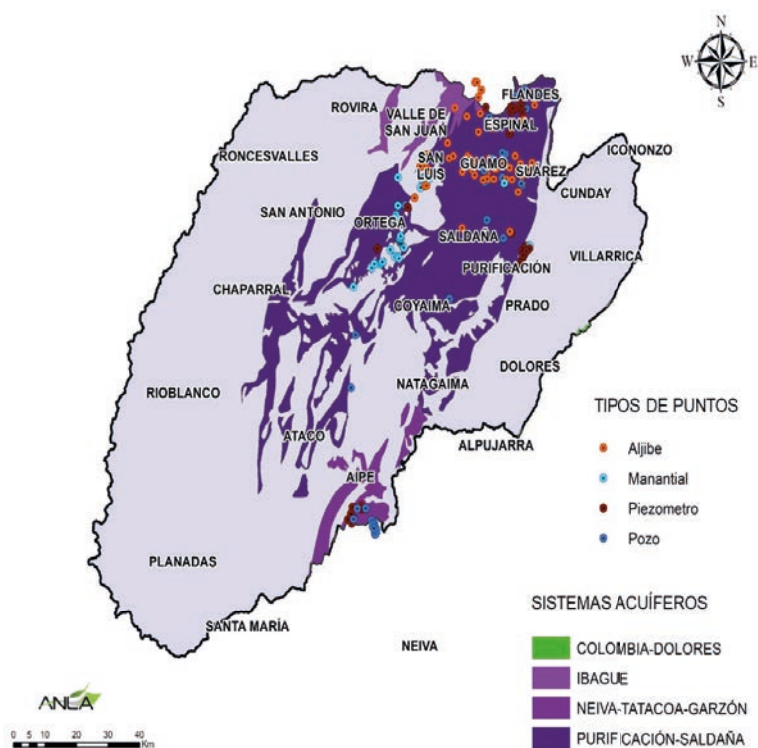
Fuente. Formulación del POMCA río Luisa, 2017.

5.2.3.8 Inventario de puntos de agua

Con el fin de establecer un inventario de puntos de agua subterránea dentro del área de estudio, identificados en los Estudios de Impacto Ambiental, ICAS y por las entidades competentes como el

Servicio Geológico Colombiano y CORTOLIMA, se consolidó y depuró una base de datos de 235 puntos en total, que están distribuidos en 54 piezómetros, 62 aljibes, 59 pozos y 60 manantiales de los cuales 35 corresponden al Servicio Geológico Colombiano (SGC), 13 a CORTOLIMA y 187 a proyectos ANLA (Figura 44). De acuerdo a (CORTOLIMA, 2017), las profundidades de los aljibes que están captando principalmente el Abanico del Guamo y del Espinal varían entre 2 m y 18 m, y los pozos varían entre 21 y 146 m. Del mismo modo se determinó que el nivel estático promedio de los aljibes es de 4.65 m y el de los pozos corresponde a 20 m. Puntualmente a partir de información de 10 expedientes de concesiones de la corporación se determinó que el caudal promedio de extracción para aljibes (5 datos) es de 0.69 l/s con mínimos de 0.05 l/s y máximos de 1.3 l/s. Así mismo los puntos de agua tipo pozos (5 datos) presentan caudales de captación máximo de 9.5 l/s y mínimos de 3.5 l/s con promedio de 4 l/s.

Figura 44. Inventario de puntos de agua y potencialidad de recarga.



Fuente. ANLA, 2020

5.2.3.9 Calidad microbiológica del agua subterránea en proyectos ANLA

Para determinar la calidad microbiológica del agua subterránea del área de estudio, se recopilaron datos de muestreo multitemporales de parámetros microbiológicos (coliformes totales) de las aguas

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

subterráneas, encontrados en 7 proyectos licenciados por la ANLA localizados principalmente en Saldaña y Ortega (LAM1248, LAM2344-00, LAM0215-00, LAM4746, LAM1800, LAM3328 Y LAM4750); éstos fueron tomados de la línea base de los Estudios de Impacto Ambiental y de los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA). A partir del análisis de la información, se determinó presencia de coliformes totales en 24 piezómetros, 4 aljibes, 2 manantiales y 1 pozo (Figura 45) durante el periodo de seguimiento 2009 a 2020, que sobrepasan el límite permisible para consumo humano de acuerdo al Decreto 1076 de 2015, asociado posiblemente a un mal manejo de los residuos sólidos. Adicionalmente, cabe mencionar que los proyectos asociados a los expedientes LAM4746, LAM4750 y LAM0215-00 tienen otorgado permiso de vertimiento en suelos por campos de infiltración lo cual podría estar asociado a la presencia de coliformes en los puntos hidrogeológicos.

Figura 45. Coliformes totales presentes en el área de estudio para proyectos ANLA.

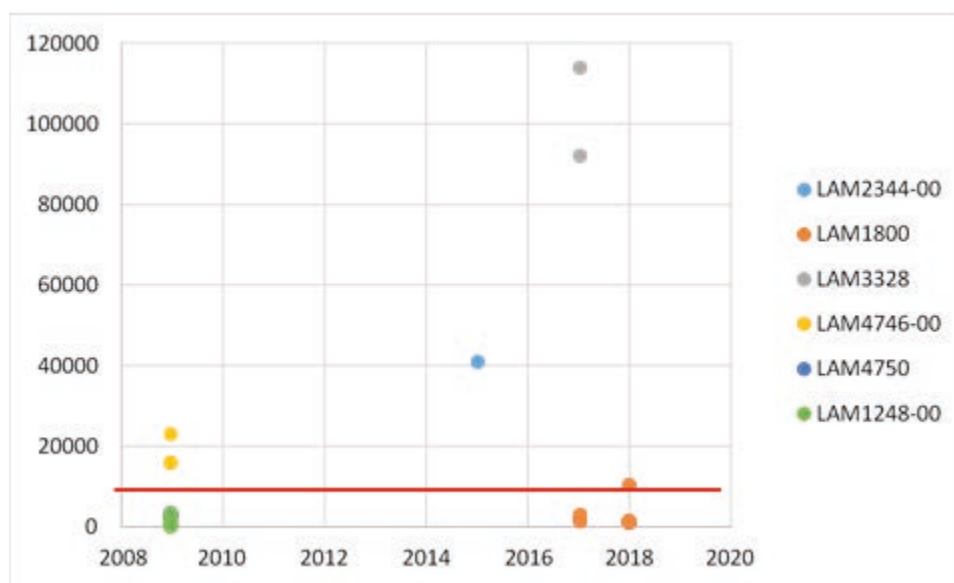
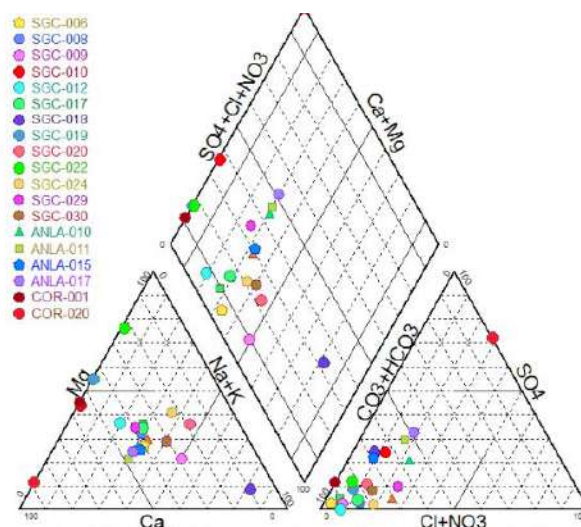


Figura 46. Diagrama de Piper.



Fuente: Formulación del POMCA río Luisa, 2017.

5.2.3.11. Sistemas acuíferos objeto de priorización

De acuerdo a las características hidrogeológicas de las formaciones presentes en el área de estudio, la determinación de zonas de recarga y la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos basados en la información encontrada en la Formulación del POMCA del río Luisa (CORTOLIMA, 2017), se identifica que los depósitos cuaternarios correspondientes al Abanico del Guamo y el Abanico de Espinal, constituyen los principales sistemas acuíferos priorizables del área de estudio, así como los depósitos aluviales recientes y los depósitos de terraza, la Formación Gualanday y el Grupo Honda, razón por la cual se debe considerar adelantar estudios hidrogeológicos como los PMAA (Planes de Manejo Ambiental de acuíferos), que permitan establecer con mayor precisión las condiciones de los sistemas acuífero y permitan establecer medidas que garanticen la gestión y el manejo adecuado del recurso hídrico subterráneo.

Uso y Aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo

5.2.3.12. Uso actual y demanda del recurso hídrico subterráneo

De los 236 puntos de agua reportados en los expedientes ANLA, SGC y CORTOLIMA, 83 de ellos contienen información acerca del uso actual del agua, lo que equivale al 35% de los datos, donde se evidencia que principalmente se le está dando un uso doméstico, agrícola, pecuario e industrial; captando así, las formaciones geológicas potencialmente acuíferas, donde se llevan a cabo actividades agrícolas

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

correspondientes a cultivos de arroz. A pesar de que, la mayoría de los puntos hidrogeológicos se encuentren captando el Sistema Acuífero Purificación - Saldaña no se considera que el caudal actual otorgado tanto por parte de proyectos ANLA como de la Corporación represente una posible afectación en la disponibilidad hídrica del recurso. Sin embargo, cabe resaltar que la información hidrogeológica utilizada para el presente análisis regional fue limitada.

5.2.3.13. Permisos de concesión de agua subterránea ANLA

De los proyectos en seguimiento ambiental de competencia de la ANLA para el área de estudio, se encuentra que la Autoridad ha otorgado dos concesiones de agua con cuatro pozos de captación autorizados, y le hace seguimiento a 3 expedientes que tiene 12 puntos de agua subterránea otorgados por parte de la Corporación, con un caudal total de 176 l/s. Cabe mencionar que si bien la mayoría de las concesiones están captando el Sistema Acuífero Purificación - Saldaña no se considera que este caudal de extracción implique una posible alteración sobre la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.

Tabla 20. Permisos de concesión de aguas subterráneas

Expediente	X	Y	Pozos Autorizados	Acto Administrativo	Concesión (L/s)
LAM0093-00 (CORTOLIMA)	906344	922653	1 pozo (Madroño 1)	Artículo Quinto de la Resolución 728 del 17 de abril de 2009.	1,2
	906159	922697	1 pozo (Madroño 2)	Artículo Quinto de la Resolución 728 del 17 de abril de 2009.	1
	893110	925370	1 aljibe	-	-
LAM2344-00 (CORTOLIMA)	875088	931576	1 pozo	018 del 07 de marzo del 2008	2
LAM0215-00 (CORTOLIMA)	-	-	2 pozos (Babilla 1 y 2)	1989 del 1° de diciembre de 2005	60
	-	-	6 pozos (Arenas)	697 31-03-2015	105,8
SubTotal			12	-	170
LAM3457-00	857814	882235	1 pozo	Resolución 2003 del 16 de octubre de 2009.	3
	859252,6	896527,09	1 pozo	Resolución 1324 del 07 de julio de 2006	3
LAM4924-00	901128	927667	1 pozo	697 del 11 de junio de 2015	0,015
	900938	927555	1 pozo	697 del 11 de junio de 2015	2,5
SubTotal			4		8,515

Fuente: ANLA, 2020

5.2.3.14. Permisos de concesión de agua subterránea CORTOLIMA

De los proyectos en seguimiento ambiental de competencia de CORTOLIMA para el área de estudio, se tiene que se han otorgado 23 puntos para concesión de aguas subterráneas al año 2020, localizados en los municipios de Coyaima, Cunday, Flandes, Guamo, Purificación, Saldaña y Suarez.

Tabla 21. Permisos de concesión de aguas subterráneas otorgados por CORTOLIMA

Tipo	Pozos Autorizados	Concesión (L/s)
Concesión de agua subterránea	23	78,92
TOTAL	23	78,92

Fuente. CORTOLIMA, 2020

5.2.3.15. Permisos de exploración de agua subterránea ANLA

De los proyectos en seguimiento ambiental de competencia de la ANLA para el área de estudio, se encuentra que solamente la Autoridad ha otorgado a un proyecto, un permiso de exploración de aguas subterráneas.

Tabla 21. Permisos de exploración de aguas subterráneas

Expediente	Pozos Autorizados	Acto Administrativo	Concesión (L/s)
LAM2028-00	1	Artículo Quinto de la Resolución 728 del 17 de abril de 2009.	-
TOTAL	1	-	-

Fuente: ANLA, 2020.

5.2.3.16. Permisos de vertimiento en suelo otorgados por ANLA

De los proyectos en seguimiento ambiental competencia de la ANLA para el área de estudio, se encuentra que la Autoridad ha otorgado 6 permisos de vertimiento en suelos con un caudal total otorgado de 10,19 l/s, referentes a 6 expedientes que corresponden al 10,9 % de la totalidad de los proyectos del área de estudio, estos asociados principalmente a campos de infiltración y vertimientos de agua residual doméstica. Teniendo en cuenta que un 10,9 % de los expedientes del área de estudio cuentan con permisos de vertimientos en suelo y son pocos los proyectos que cuentan con puntos de monitoreo asociados a estos tipos de vertimientos, se recomienda establecer una red de monitoreo o puntos de monitoreo para hacer seguimiento al posible impacto sobre la calidad del agua de los acuíferos más superficiales. (Tabla 22).

Tabla 22. Permisos de vertimiento en suelos

Expediente	Identificación	Acto administrativo	Volumen l/s	Observaciones
LAM0093-0	Vertimiento PPF	2363 del 5 de diciembre de 1997	0,22 l/s	
LAM0170-00	Campos de infiltración.	5365 del 30 de marzo de 2012 (CAM) y la Resolución 3815 del 5 de septiembre de 2011, (CORTOLIMA)	-	
LAM0215-00	Vertimiento agua residual doméstica	Resolución 0054 del 15 de enero de 2016-CAM	-	Vertimiento al pozo séptico con campo de infiltración.
LAM0457-00	Vertimiento agua residual	1196 del 4/09/2001-CORTOLIMA	4,97 l/s - 430 m³/d	Aguas residuales generadas durante la realización de Pruebas Hidrostáticas de las líneas de transferencia de agua y gas Matachín Norte y Sur –Purificación
LAM4746-00	Vertimiento en campos de aspersión	0051 del 19 de enero de 2011	2,7 l/s	
LAM4750-00	Riego en campos de infiltración	1241 del 2010	2,3 l/s	
TOTAL	-	-	10,19 l/s	-

Fuente: ANLA, 2020.

5.2.3.17. Permisos de reinyección otorgados por ANLA

De los proyectos en seguimiento ambiental de competencia de la ANLA para el área de estudio, se encuentra que solamente la Autoridad ha otorgado al proyecto bajo expediente LAM4878, un permiso de reinyección para la disposición final de las aguas residuales no domésticas mediante la resolución 968 del 27 de mayo de 2011 con un caudal autorizado de 3 l/s. La reinyección se realiza a través del Pozo Río Saldaña 1 donde la formación receptora corresponde a la Formación Caballos.

5.2.3.18. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento de POA en el marco del licenciamiento ambiental para el componente hídrico subterráneo

Los criterios técnicos que a continuación se presentan son el resultado del análisis regional realizado para el recurso hídrico subterráneo, no obstante, el profesional de evaluación será el responsable de revisarlos, ajustarlos o complementarlos a partir de la revisión y evaluación de la información allegada por el interesado.

Situación evidenciada	Requerimiento
Debido a que existen proyectos susceptibles a generar contaminación de los acuíferos que tienen permisos de vertimiento en suelos y concesión de aguas subterráneas, es necesario hacer seguimiento permanente de la calidad del agua subterránea y monitoreo de los niveles freáticos, conforme a los términos señalados en los actos administrativos que otorgan cada concesión.	Se requiere hacer seguimiento permanente de la calidad del agua subterránea y monitoreo de los niveles freáticos, conforme a los términos señalados en los actos administrativos que otorgan cada concesión, especialmente en los proyectos que tienen permiso de uso y aprovechamiento otorgado (LAM0093-00, LAM2344-00, LAM0215-00, LAM3457-00 y LAM4924-00) también en los proyectos que tienen permisos de vertimiento en suelos (LAM0093-0, LAM0170-00, LAM0215-00, LAM0457-00, LAM4746-00 y LAM4750-00-9).
Debido a que la información de monitoreo de agua subterránea se concentra en las zonas donde hay desarrollo de proyectos, se presenta una alta heterogeneidad de la información en las condiciones de modo, tiempo y lugar de los monitoreos de agua subterránea, por lo cual se requiere con el fin de identificar los impactos acumulativos regionales y la presión sobre el recurso hídrico subterráneo.	Solicitar a la Empresa en la etapa de seguimiento: ☐ Estandarizar los parámetros, el tiempo y la frecuencia de monitoreo, con el propósito de facilitar el análisis integral de los resultados y generar una visión regional de la calidad y cantidad del recurso hídrico subterráneo. ☐ Realizar una medición sistemática de los niveles estáticos y dinámicos de los pozos bajo concesión de aguas subterráneas, tanto en época seca como en época de lluvias (máximas y mínimas precipitaciones), con el fin de identificar posibles abatimientos de la superficie piezométrica de los acuíferos. ☐ Presentar en los Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA los reportes de laboratorio, las cadenas de custodia y el análisis de los resultados. ☐ Realizar los monitoreos a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, tanto para la toma de la muestra, como para el análisis de los parámetros monitoreados, teniendo en cuenta los criterios de calidad del balance iónico comparado con la conductividad eléctrica. ☐ Realizar, un análisis de los parámetros de calidad de agua subterránea soportado en gráficos y tablas que permitan establecer los valores reportados frente a la norma legal vigente de acuerdo a su uso
Debido a que existen proyectos que hacen uso del recurso hídrico subterráneo, es necesario hacer seguimiento permanente de la calidad del agua subterránea y disminución de los niveles freáticos, conforme a los términos señalados en los actos administrativos que otorgan cada concesión, especialmente en los proyectos que tienen permiso de uso y aprovechamiento otorgado.	Hacer una revisión de los permisos de concesión (LAM0093-00, LAM2344-00, LAM0215-00, LAM3457-00 y LAM4924-00), para así establecer condicionantes que permitan una regulación adecuada del recurso sin afectar su disponibilidad, especialmente en épocas de estiaje.
Debido a los diferentes grados de vulnerabilidad identificados en los acuíferos del presente reporte de análisis regional (alta, media y baja vulnerabilidad) se recomienda restringir o limitar los permisos de vertimiento en suelos y las actividades que potencien la contaminación de los acuíferos de acuerdo al grado de vulnerabilidad, a través de los actos administrativos.	Para las unidades hidrogeológicas con alta y moderada vulnerabilidad se recomienda restringir o limitar actividades potencialmente contaminantes como disposición de residuos sólidos peligrosos, las lagunas de infiltración de efluentes industriales, almacenamiento de productos químicos y aplicación de efluentes industriales al terreno. En las unidades con baja vulnerabilidad, se recomienda aceptar con algún grado de restricción actividades potencialmente contaminantes como lagunas de infiltración de efluentes industriales, residuos sólidos industriales peligrosos y almacenamiento de productos químicos líquidos. En las unidades con muy baja vulnerabilidad no existen actividades específicas que deban ser restringidas.

5.2.3.19. Recomendaciones externas

- Se recomienda a las entidades competentes priorizar la Formulación y adopción de los Planes de Manejo de Acuíferos, principalmente de los acuíferos que están ubicados en la zona de recarga como los asociados al Abanico del Guamo y Espinal, a las terrazas y los depósitos aluviales recientes, como también a los acuíferos de buena productividad como el acuífero asociado a la Formación Gualanday.
- Se recomienda efectuar acciones que permitan administrar las aguas subterráneas, debido a la alta vulnerabilidad de los acuíferos y al limitado recurso de los mismos, en especial en la zona sur del área de estudio.
- Se recomienda establecer y delimitar zonas de protección de los acuíferos más vulnerables al desabastecimiento.
- Se recomienda a las entidades competentes proteger las cuencas fluviales de la urbanización y otros tipos de desarrollo inadecuado para así poder mantener el nivel de recarga de los acuíferos más vulnerables.
- Se recomienda promover la instrumentación y la optimización en la captura de datos e información que permitan con mayor certeza conocer el estado y dinámica del recurso hídrico subterráneo, así como la definición de líneas de acción que permitan el manejo adecuado de los impactos acumulativos.
- Generar escenarios de participación, diálogo y concertación y de manera simultánea garantizar la implementación de las medidas de manejo ambiental establecidas en los instrumentos de control ambiental de los proyectos, esta última desarrollada en el marco del licenciamiento ambiental de competencia de ANLA.
- Se recomienda a las entidades competentes, con ayuda de las Universidades, adelantar estudios hidrogeológicos de la zona, con el fin de generar conocimiento acerca de la caracterización de las unidades acuíferas y para esto es necesario realizar pruebas de bombeo, mediciones de niveles piezométricos, estáticos y dinámicos, cálculos de oferta y demanda, delimitación de zonas de priorización de protección de acuíferos, así como levantamiento y actualización de la información de expedientes de concesiones e inventarios de puntos de agua, que permitan determinar el comportamiento hidráulico de los sistemas acuíferos.

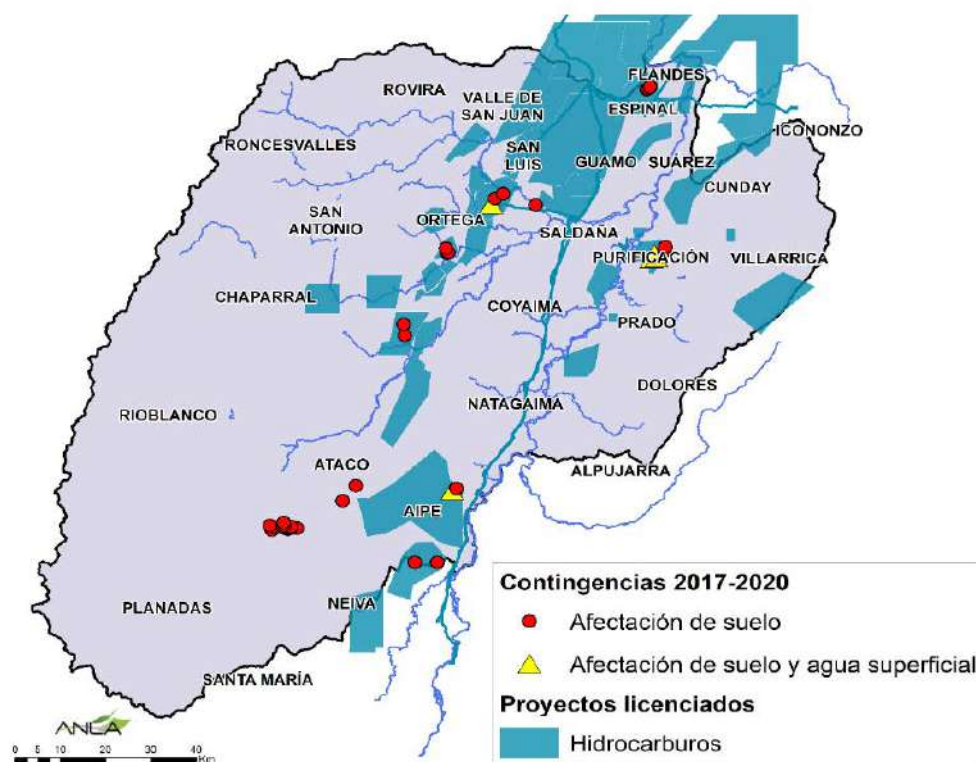
5.2.4. CONTINGENCIAS POR DERRAME DE HIDROCARBUROS: ANÁLISIS CONJUNTO AGUA SUPERFICIAL, SUBTERRÁNEA Y SUELO

En el área de estudio se ha evidenciado la ocurrencia de 41 contingencias (**Figura 47**) en las zonas de los proyectos LAM0215, LAV0091-13, LAM2344, LAM1248, LAM2028, relacionados con la exploración y explotación de hidrocarburos, en el periodo comprendido desde enero de 2017 a agosto de 2020, las cuales están asociadas a fugas y derrames de hidrocarburos o aguas con algún contenido de estas. Las causas que han generado dichas situaciones han sido en el 85% de los casos por fallas operacionales o técnicas y en un 12% por acciones de terceros asociadas a atentados contra la infraestructura de conducción de crudo, en un restante 3% no se establecieron las causas.

De acuerdo con los reportes de contingencia allegados por cada uno de los proyectos que han dado atención a estos eventos, se registra un área de suelo afectada acumulada de 11.431 m², la cual se encuentra distribuida en varios puntos del área regionalizada, principalmente ubicados hacia el costado

oriental de la cordillera central dentro de los límites de las subzonas hidrográficas de los ríos Cucuana, Tetuán, Ortega, Amoyá, Luisa, Aipe, Chenche, Atá, bajo y medio Saldaña.

Figura 47. Contingencias reportadas entre 2017 y 2020



Fuente. ANLA, 2020

Las principales actividades llevadas a cabo por las empresas a cargo de la atención de dichas contingencias están orientadas a la intervención directa del suelo impactado, realizando la remoción de este en las capas más superficiales tomando, en la mayoría de los casos, la verificación visual como criterio para la definición de los límites del área afectada. Para el caso del LAM1248 ocurrido el 16 de abril de 2018, dada la magnitud del área afectada y la profundidad a la cual se evidenció la afectación, se implementaron actividades de biorremediación mediante la inyección de microorganismos degradadores de hidrocarburos realizando verificaciones a través de monitoreo de suelo.

Cabe resaltar que, en 5 de las 41 contingencias registradas, se identificó que la afectación había alcanzado cuerpos de agua superficial (Tabla 23), en su mayoría quebradas con flujos estacionales, en los cuales se llevaron a cabo la implementación de barreras para la contención de los derrames impidiendo el flujo hacia los cuerpos de agua y el monitoreo fisicoquímico de parámetros asociados a hidrocarburos tanto aguas arriba como aguas abajo.

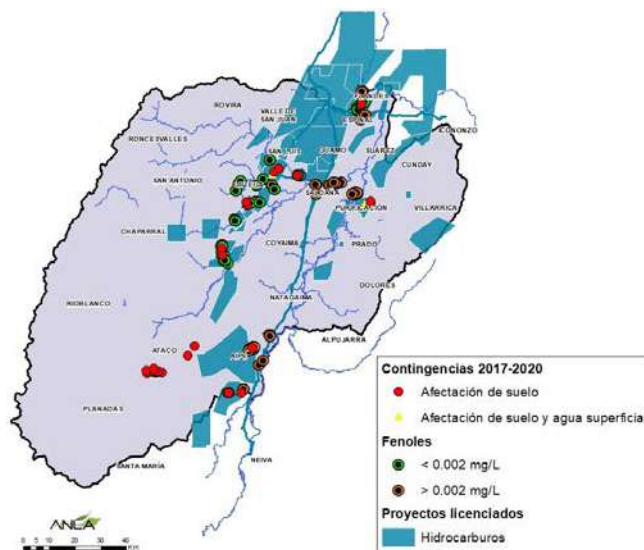
Tabla 23. Contingencia de hidrocarburos con afectación en cuerpo de agua

Expediente	Tipo de contingencia	Sustancia	Fecha de contingencia	Vereda	Cuerpo de agua afectado
LAM1248	No se establecen causas	Aguas aceitosas	10/02/2018	Finca La Esperanza	Quebrada Monroy
LAM1248	Falla operacional	Hidrocarburo	13/02/2018	San Diego	Quebrada Guadualeja
LAM1248	Falla operacional	Crudo	16/04/2018	Santa Lucía II	Quebrada San Diego
LAM2344	Falla operacional	Agua-crudo	27/05/2019	No reporta	Quebrada sin identificar
LAV0091-13	Falla Mecánica o Técnica	Agua aceitosa	03/02/2018	San Isidro	Quebrada Castañal

Fuente: ANLA, 2020.

En el recurso hídrico superficial, los compuestos de grasas y aceites e hidrocarburos no fueron analizados en el presente reporte debido a que en su mayoría se reportaban como iguales al límite de detección de la técnica analítica empleada, sin embargo, la presencia de compuestos fenólicos indica que los compuestos de hidrocarburos se encuentran presentes, aunque no en forma soluble en el agua, sino que pueden estar asociados a los sedimentos. Debido a que estos generan toxicidad e interfieren en la transferencia de oxígeno para los ecosistemas acuáticos, se toma como referencia la concentración de 0,002 mg/L de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 como criterio de calidad para consumo humano y doméstico. En la Figura 48 se presenta espacialmente la concentración de fenoles en el área de estudio con respecto a la ubicación de los proyectos licenciados por la ANLA, evidenciándose que predominan las concentraciones >0,002 mg/L y que la mayoría de los registros coinciden con la ubicación de los proyectos del sector Hidrocarburos.

Figura 48. Contingencias Vs fenoles (marzo 2013 - marzo 2019)



Fuente: ANLA, 2020.

Es de precisar que el fenol y los compuestos fenólicos son productos de degradación oxidativa de hidrocarburos aromáticos (REMTAVARES, 2008), por lo que su presencia puede ser introducida a los ecosistemas acuáticos a través de vertimientos de industrias de transformación de hidrocarburos o presentarse accidentalmente con ocasión de eventos contingentes. Por lo general, los compuestos fenólicos en agua emiten olores y sabores desagradables (Cuizano, Llanos, & Navarro, 2009); además, son difícilmente biodegradables por lo que su presencia en el agua puede limitar los usos de esta (Sierra Ramirez, 2011).

Se encontró que, en las SZH Bajo Saldaña, Río Luisa y otros Directos al Magdalena y Río Aipe, Río Chenche y otros Directos al Magdalena predominan valores por encima del límite de referencia. Específicamente, en los ríos Saldaña, Magdalena y Patá. La mayor cantidad de reportes de concentraciones superiores a la referencia la realizan los proyectos LAM0215, LAM2344 y LAV0091-13.

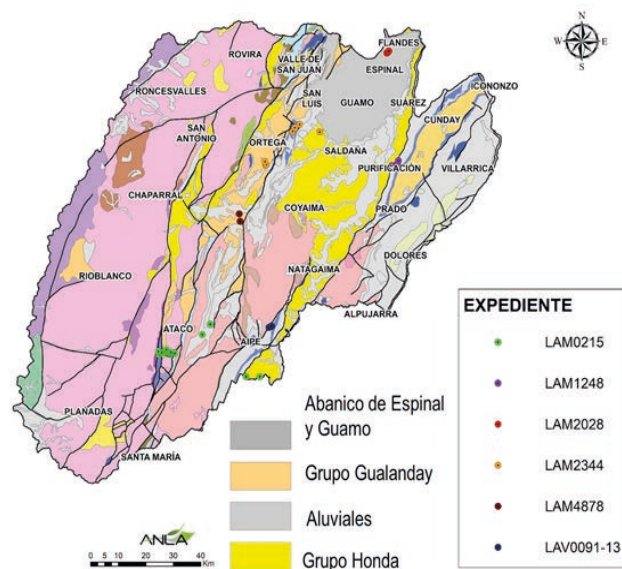
En relación con las aguas subterráneas, no se evidenció dentro de las actividades asociadas a la atención de las contingencias identificadas en el área, el monitoreo de agua subterránea mediante el análisis fisicoquímico de los niveles someros, considerando que estos son los cuerpos de agua más vulnerables frente a la infiltración de hidrocarburos en el suelo. De igual manera, tampoco se identificaron dentro de las acciones implementadas la verificación de la presencia de receptores ecológicamente sensibles, bióticos y abióticos, que se puedan ver afectados por la presencia de hidrocarburos en el suelo ni el desarrollo de modelos conceptuales de exposición de estas sustancias frente a dichos receptores de manera que se establezcan los riesgos de afectación a dichos receptores que promuevan el cálculo de niveles de remediación acordes con las condiciones naturales de la zona.

En cuanto a la vulnerabilidad de los acuíferos es importante mencionar, que las áreas donde se identificó afectación al suelo asociado al expediente LAM2028, se encuentran principalmente zonas de recarga de los depósitos cuaternarios y de los abanicos del Guamo y Espinal, que presentan de acuerdo al documento de formulación del POMCA del río Luisa: alta vulnerabilidad, igualmente, en sectores donde aflora el Grupo Honda (vulnerabilidad moderada) se identificó afectación del suelo asociados a los expedientes: LAM0215 en el municipio de Aipe, LAM1248 en el municipio de Purificación y LAM2344 en el municipio de Saldaña (Figura 49).

Finalmente, el grupo Gualanday está conformado litológicamente por intercalaciones de areniscas, conglomerados y arcillolitas que presentan una moderada permeabilidad y así mismo una moderada vulnerabilidad, donde se presentaron derrames de hidrocarburos vinculados al expediente LAM4878.

Por otro lado, de acuerdo a la información analizada de las contingencias más recurrentes que se han reportado en el área de estudio se evidencia que existe un reporte de recuperación ambiental asociado al expediente LAM1248 del derrame ocurrido en la Vereda San Antonio del municipio de Purificación-Tolima en el Campo Matachín Norte-Sur, en área aledaña a la plataforma Venganza 3, donde se realizaron dos monitoreos de piezómetros aguas arriba y aguas abajo de la plataforma el día 08 de febrero del 2019, en estos monitoreos no se identificaron aportes de grasas, aceites o hidrocarburos totales en las aguas subterráneas pero si en los suelos, los cuales fueron eliminados por el potencial biodegradativo natural del suelo y las actividades de biorremediación.

Figura 49. Litología del área de estudio asociada a las contingencias 2016-2020



Fuente: ANLA, 2020, tomado del SGC.

Frente a esto es importante tener en cuenta que, en situaciones donde se establezca la posible afectación del suelo, debe considerarse el riesgo de afectación del recurso hídrico (superficial y subterráneo) y los receptores ambientalmente sensibles que estén expuestos al contacto con dichas sustancias, en un análisis integral que permita cualificación y cuantificación de impactos negativos y genere información técnica precisa que permita implementación de acciones y alternativas orientadas hacia su mitigación.

5.2.4.1. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento de POA en el marco del licenciamiento ambiental para el componente hídrico superficial.

Los criterios técnicos que a continuación se presentan son el resultado del análisis regional realizado para las contingencias sucedidas en el período comprendido desde enero de 2017 a agosto de 2020. No obstante, el profesional de evaluación será el responsable de revisarlos, ajustarlos o complementarlos a partir de la revisión y evaluación de la información allegada por el interesado.

Tabla 24. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento de POA

Situación evidenciada	Requerimiento
En el período comprendido entre el 2017 – 2020 se han presentado 56 contingencias por derrame de hidrocarburos asociados principalmente a los expedientes: LAM0215, LAM1248, LAM2028, LAM2344, LAM4878 y LAV0091-13.	Para los proyectos hidrocarburíferos que reporten contingencias ambientales que afecten el recurso hídrico superficial, se deberá hacer seguimiento a la concentración del parámetro “compuestos fenólicos” y presentar un análisis tendencial en los informes de recuperación que demuestre la reducción en concentración de este parámetro.
Los compuestos de grasas y aceites e hidrocarburos no fueron analizados en el presente reporte debido a que en su mayoría se reportaban como iguales al límite de detección de la técnica analítica empleada.	La presencia de compuestos fenólicos indica que los compuestos de hidrocarburos se encuentran presentes, aunque no en forma soluble en el agua, por lo anterior, la Empresa deberá presentar análisis de los parámetros de Hidrocarburos Totales (HTP), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y Fenoles Totales en la matriz de sedimentos.
Las actividades orientadas a la intervención directa al suelo impactado se limitan a la verificación visual de la afectación desconociendo la posibilidad de infiltración o arrastre por escorrentía de hidrocarburos disueltos.	Llevar a cabo muestreo y análisis fisicoquímico de suelo en las áreas excavadas, donde se verifiquen las concentraciones de sustancias asociadas a hidrocarburos, mediante laboratorios acreditados por el IDEAM tanto para la toma de la muestra, como para el análisis de los parámetros monitoreados.
	Realizar una caracterización de las propiedades litológicas del suelo de manera que permita establecer la permeabilidad de este y el riesgo de afectación del agua subterránea somera o subsuperficial.
	Realizar el recubrimiento de las áreas excavadas mediante la utilización de material de relleno limpio que sea explotado de canteras que cuenten con licencia ambiental.
	Realizar la gestión del suelo impactado mediante empresas licenciadas para su tratamiento o disposición como residuo peligroso.
En los casos en los cuales se generaron grandes áreas de afectación y/o fueron derramadas cantidades importantes de hidrocarburo, no se llevaron a cabo análisis integrales de afectación de la calidad del suelo y del agua subterránea ni se desarrollaron modelos conceptuales de exposición que permitieran establecer los riesgos de afectación a receptores ambientalmente sensibles y generaran niveles o límites de remediación acordes con las características del sitio donde ocurrió el derrame.	Llevar a cabo análisis de verificación de las condiciones de afectación del suelo y el agua subterránea considerando los siguientes aspectos. • Ubicación y caracterización de receptores bióticos y abióticos ambientalmente sensibles presentes en el área de influencia de la contingencia. • Monitoreo de suelo y agua subterránea mediante el análisis de parámetros asociados a hidrocarburos. • Definición de modelo conceptual de exposición de los receptores sensibles a hidrocarburos, estimación del riesgo de afectación y cálculo de niveles de remediación específicos del sitio donde ocurrió la contingencia. • Análisis de alternativas de remediación. Para lo anterior, se recomienda seguir los lineamientos establecidos en las normas técnicas internacionales ASTM E1599-94 “Standard Guide for Corrective Action for Petroleum Releases (Withdrawn 2002)” y ASTM E1739 - 95(2015) “Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites”.
Grupo de Instrumentos / Grupo de Contingencia	Se recomienda generar lineamientos técnicos para la evaluación ambiental de impactos generados por derrames de hidrocarburos en el suelo de manera que su implementación suministre datos en relación con el estado de la calidad del suelo y el agua subterránea en las zonas afectadas y permita prevenir la generación de impactos negativos a los recursos naturales y a la salud humana.

Fuente. ANLA, 2020.

5.2.5. COMPONENTE ATMOSFÉRICO

5.2.5.1. Calidad del aire

El análisis de calidad del aire en el área de Análisis Regional del Centro y Sur de Tolima (RAR-CST) consideró datos provenientes de campañas de monitoreo con Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire Industrial (SVCAI) indicativos de las campañas de monitoreo de calidad del aire de los proyectos licenciados de los años 2015 a 2019. Se obtuvieron registros de concentración en cuarenta y tres (43) campañas de monitoreo correspondientes a dieciocho (18) proyectos licenciados distribuidos sectorialmente de la siguiente manera: hidrocarburos (11); minería (2); infraestructura (2); energía (2) y agroquímicos (1). Por otra parte, los contaminantes monitoreados en el desarrollo de las campañas de monitoreo de los proyectos licenciados correspondieron a PST (15 proyectos), PM_{10} (14 proyectos), SO_2 y NO_2 (16 proyectos), CO (13 proyectos), $PM_{2.5}$ (2 proyectos), O_3 (3 proyectos) y contaminantes tóxicos COV (6 proyectos), HCT (5 proyectos), Benceno (2 proyectos) y Tuelono (1 proyecto). Para los contaminantes CO, O_3 y los contaminantes tóxicos ya mencionados no se realiza el análisis de tendencia debido a que los valores de los tiempos de exposición no son compatibles con la normatividad y presentan baja frecuencia de monitoreo por parte de los proyectos.

En el área del RAR-CST no se presentan estaciones de calidad de aire de la autoridad ambiental CORTOLIMA, ya que las estaciones de monitoreo se ubican en el casco urbano del municipio de Ibagué cuyo objetivo es establecer la calidad del aire de este municipio el cual presenta la mayor densidad poblacional de departamento del Tolima.

5.2.5.1.1. Campañas de monitoreo realizadas por los proyectos

El resumen de las campañas de monitoreo de calidad del aire en la zona de estudio se presenta en la Tabla 25 en donde establecen las características en cuanto al sector, expediente, nombre del proyecto, año de la campaña de monitoreo, fuente de la información, contaminantes monitoreados, número de puntos de monitoreo, rango de días de monitoreo y representatividad del monitoreo la cual se calcula con el rango de muestras respecto a la cantidad de días de un año, en donde la representatividad igual o superior al 5% es acorde con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010).

Tabla 25. Descripción de las campañas de monitoreo realizadas por los proyectos licenciados.

Sector	Número expediente	Nombre proyecto	Año	Fuente de información	Contaminantes monitoreados	Número de puntos	Rango de días de la campaña	(%) Representatividad
Hidrocarburos	LAM0093	CPR ESPINAL CAMPO PURIFICACIÓN	2015	ICA	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , CO, HC, COV	6	10	3
			2017	ICA	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂	6	17	5
	LAM0215	ASOCIACIÓN PALERMO CAMPO SAN FRANCISCO Y BALCÓN	2015	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂ , Benceno	5	17	5
			2016	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂ , Benceno	4	18	5
			2018	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃ , Benceno, HC, COV	4	17	5
	LAM1248	EXPLOTACIÓN DE LOS CAMPOS VENGANZA Y REVANCHA "ÁREA DE MAYOR INTERÉS VENGANZA M"	2015	ICA	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , CO	4	10	3
	LAM1366	REANUDACIÓN DE LABORES DE LA ASOCIACIÓN TOLIMA B. PARA LOS CAMPO RÍO SALDAÑA Y OLINI.	2015	ICA	PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , CO	3	10	3
	LAM2028	MODIFICACIÓN LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL CAMPO ABANICO	2015	ICA	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂	7	18	5
			2017	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂ , CO, Tuelono, Benceno	3	17	5
			2018	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂ , CO, Tuelono, Benceno	3	17	5
	LAM2344	ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL CAMPO QUIMBAYA	2017	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂	3	17	5
			2018	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂	3	17	5
	LAM2482	ÁREA DE INTERÉS DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA DEL POZO HIMALAYA 1	2018	PMA	PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃ , HC, COV	3	18	5
	LAM3328	CAMPO DE DESARROLLO CHENCHE	2017	ICA	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , CO	3	18	5
	LAM4878	EXPLOTACIÓN Y DESARROLLO DEL BLOQUE DE ASOCIACIÓN TOLIMA B	2017	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂ , CO, HC, COV	3	17	5
			2018	PMA	PST, SO ₂ , NO ₂ , CO, HC, COV	3	17	5
			2016	ICA	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , CO, HC	3	17	5
	LAM5192	ÁREA DE EXPLOTACIÓN DEL BLOQUE GUÁSIMO	2017	ICA	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , CO, COV	3	17	5
			2018	ICA	PST, PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , CO, COV	3	18	5
	LAV0091-13	ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA VSM 9 (HUILA - TOLIMA)	2016	PMA	PST, PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃ , HC, COV	3	20	5

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

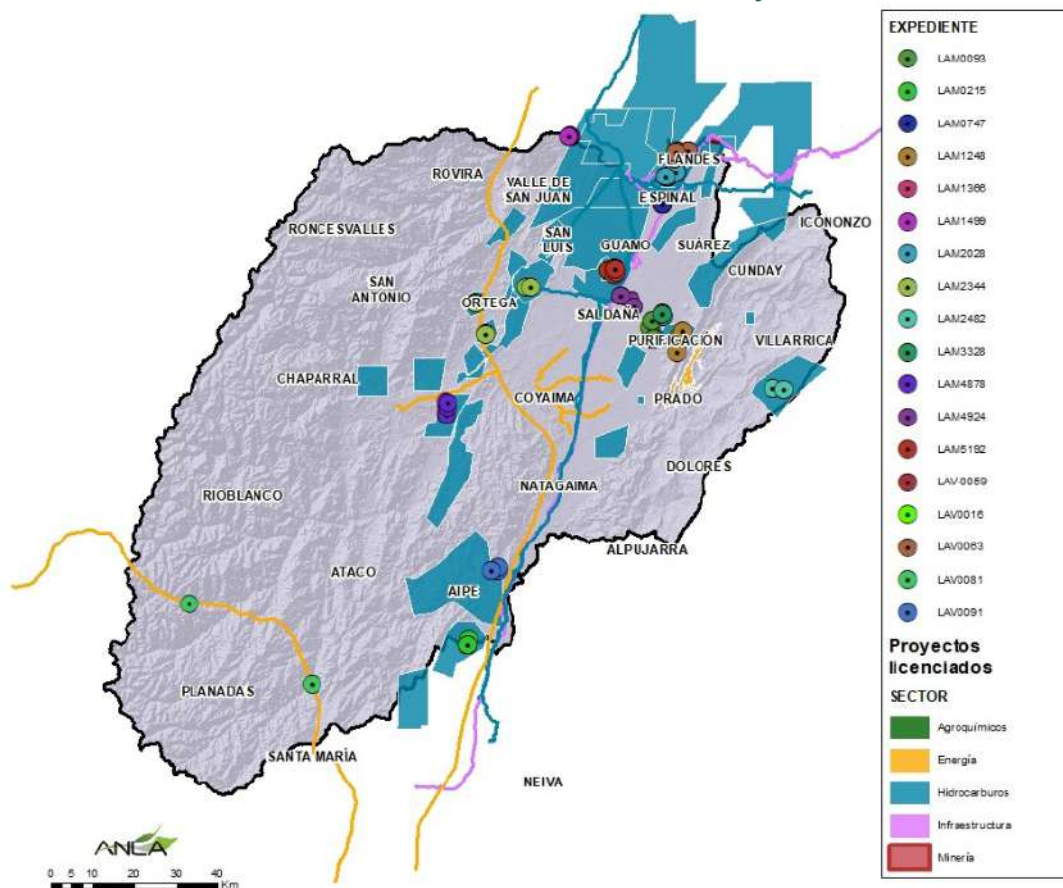
Sector	Número expediente	Nombre proyecto	Año	Fuente de información	Contaminantes monitoreados	Número de puntos	Rango de días de la campaña	(%) Representatividad
Minería	LAM1499	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN DE CALIZAS EN PAYANDÉ	2016	ICA	PST, PM ₁₀	*5	22	7
			2016	ICA	PST, PM ₁₀	*3	360	99
			2017	ICA	PST	2	19	5
			2017	ICA	PM ₁₀	2	303	83
	LAM4924	EXPLOTACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN - CONTRATO DE CONCESIÓN FD2-154.	2015-1	ICA	PST, PM ₁₀	3	18	5
			2015-2	ICA	PST, PM ₁₀	2	19	5
			2016-1	ICA	PST, PM ₁₀	3	20	5
			2016-2	ICA	PST, PM ₁₀	3	19	5
			2017	ICA	PST, PM ₁₀	3	19	5
			2016-1	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂	4	18	5
Infraestructura	LAV0063-00-2015	CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE FLANDES – GIRARDOT, QUE INCLUYE UN PUENTE SOBRE EL RÍO MAGDALENA	2016-2	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂	4	18	5
			2017-1	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂	4	19	5
			2017-2	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂	4	18	5
			2018.1	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂	4	18	5
			2018-2	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂	4	18	5
			2016	ICA	PST, PM ₁₀	1	7	2
	LAV0059-00-2016	CONSTRUCCIÓN PAR VIAL UNIDAD FUNCIONAL 5 – SECTOR ESPINAL – FLANDES, CONCESIÓN AUTOVÍA NEIVA – GIRARDOT	2018	ICA	PM ₁₀	1	19	5
			2019	ICA	PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂	2	21	6
Energía	LAV0016-00-2016	SUBESTACIÓN TULUNÍ 230 KV Y LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS - PROYECTO UPME 03-2013	2015	IA_PMA	PM10, SO2, NO2, CO	3	18	5
	LAV0081-14	EIA, LÍNEA DE TRANSMISIÓN TESALIA-ALFÉREZ 230 KV, UPME 05 – 2009	2017	ICA	PST, PM10, SO2, NO2, CO	2	20	5
Agroquímicos	LAM0747	PLANTA FORMULADORA DE INSUMOS AGRÍCOLAS EN EL ESPINAL TOLIMA	2015	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂ , CO	3	5	1
			2016	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂ , CO, COV	3	9	2
			2017	ICA	PST, SO ₂ , NO ₂ , CO, COV	3	12	3

Para el proyecto LAM1499 en el año 2016 se realizaron dos (2) campañas de monitoreo, la indicativa con cuatro (4) puntos de monitoreo de PST y uno (1) de PM₁₀ y la fija con dos (2) puntos de monitoreo de PST y uno (1) de PM₁₀.

Fuente: ANLA 2020, a partir de la información proporcionada por los proyectos licenciados.

De acuerdo con la información reportada por los proyectos licenciados del área de estudio, se procedió a representar espacialmente los puntos de monitoreo, cuyo resultado se presenta en la Figura 50 y en donde se puede observar la distribución de los puntos, los cuales indican el área de operación de cada uno de los proyectos Licenciados por ANLA. La concentración de estaciones de monitoreo se presenta en los municipios de Flandes, Espinal, Guamo, Saldaña y Purificación, al noroeste del área del Centro y Sur del Tolima, la cual es la que presenta la concentración más alta de los proyectos del sector de hidrocarburos.

Figura 50. Distribución de estaciones de monitoreo de calidad de aire en la zona de estudio entre 2015 y 2019



Fuente: ANLA 2020, a partir de la información reportada por los proyectos licenciados

5.2.5.1.2. Concentraciones de material particulado

Partículas Suspensas Totales – PST

Las concentraciones promedio de las campañas para los años 2015 y 2018, presentaron excedencias indicativas para el proyecto LAM1499 del sector de minería el cual reporto 136,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la campaña indicativa del año 2016 con representatividad del (7%). Para este año el proyecto monitoreo en cuatro (4) puntos en donde los puntos restantes no superaron el promedio de 53,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En el año 2016 se realizó el monitoreo fijo de este contaminante en dos (2) estaciones del proyecto LAM1499 con una representatividad del (99%) y con promedios anuales de 65,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 57,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El proyecto LAV0063-00-2015 del sector infraestructura presentó una excedencia indicativa de 128,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el primer semestre del año 2016, con una representatividad del 5%, ver Tabla 26.

Tabla 26. Resumen de excedencias PST

Contaminante	Normatividad	Limite Normativo	Proyectos licenciados con monitoreos	Campañas de monitoreo	Excedencias Indicativas	Sector	Valor
PST Partículas Suspendidas Totales	Resolución 610/2010 MAVDT	100 µg/m³ año	15	30	LAM1499	Minería	136,25 µg/m³
					LAV0063-00-2015	Infraestructura	128,05 µg/m³

Fuente: ANLA 2020

Partículas Menores a 10 micras – PM₁₀

El proyecto LAM0093 del sector hidrocarburos presentó una excedencia indicativa (representatividad 3%) en uno (1) de los seis (6) puntos monitoreados en el año 2015, con un valor de 79,87 µg/m³, los otros cinco (5) puntos de monitoreo no superaron en sus promedios 25 µg/m³.

El otro proyecto que presentó una excedencia en uno (1) de los tres (3) puntos de monitoreo a nivel indicativo (representatividad 5%) fue el LAM2028 del sector hidrocarburos, el cual para el año 2017 reportó una concentración promedio de 51,3 µg/m³. Para los años 2015 y 2018 en los monitoreos realizados por el proyecto los promedios estuvieron en el rango de 9,41 µg/m³ a 25,33 µg/m³, lo que indica una tendencia del cumplimiento normativo, ver Tabla 27.

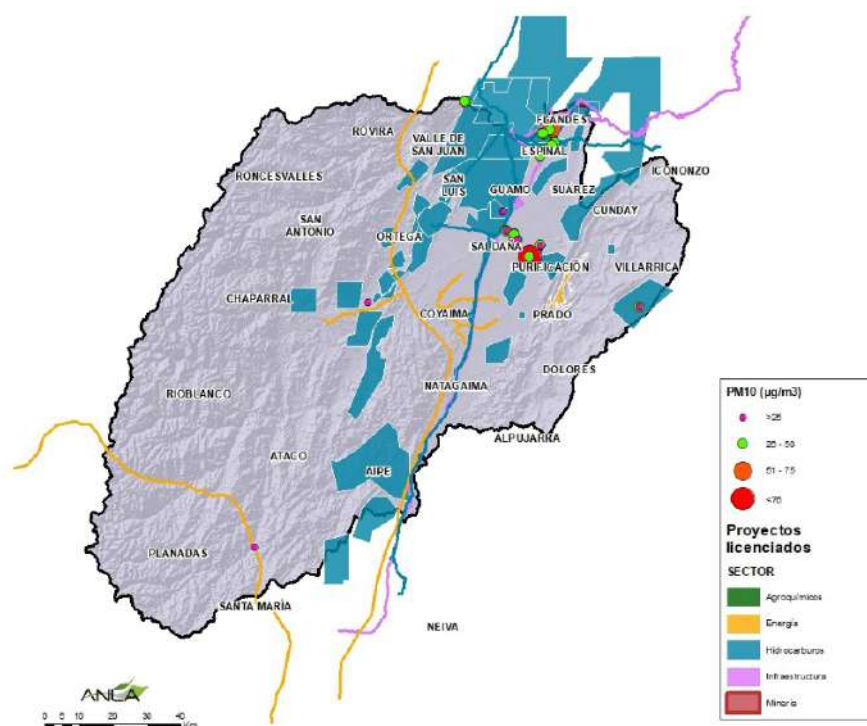
Tabla 27. Resumen de excedencias PM₁₀

Contaminante	Normatividad	Limite Normativo	Proyectos licenciados con monitoreos	Campañas de monitoreo	Excedencias Indicativas	Sector	Valor
PM ₁₀ Partículas Menores a 10 micras	Resolución 2254/2017 MADS	50 µg/m³ año	14	24	LAM0093	Hidrocarburos	79,87 µg/m³
					LAM2028	Hidrocarburos	51,3 µg/m³

Fuente: ANLA 2020

En la Figura 51, se presenta la distribución geográfica de las concentraciones promedio de PM₁₀, en donde se establecen rangos de las concentraciones y para las cuales las excedencias están en el rango superior a 50 µg/m³ representadas en color naranja y las superiores a 75 µg/m³ con color rojo.

Figura 51. Mapa con la distribución de las concentraciones de material particulado PM10, como promedios de campaña entre 2015 y 2019.



Fuente: ANLA 2020, a partir de la información reportada por los proyectos licenciados

Partículas Menores a 2,5 micras PM_{2.5}

El material particulado de tamaño menor o igual a 2,5 micras fue monitoreado por dos (2) proyectos entre los años 2016 a 2018. No se reportaron excedencias indicativas respecto al nivel máximo permisible anual establecido, de 25 µg/m³, (Resolución 2254 MADS, 2017). El proyecto LAM2482 del sector hidrocarburos monitoreo en el año 2018 en tan solo un punto este contaminante reportando una concentración promedio de 8,84 µg/m³. Por otra parte, el proyecto LAV0091-13 del sector hidrocarburos realizo un monitoreo indicativo (representatividad 5%), en tres (3) puntos y los resultados de los promedios estuvieron el rango de 5,01 µg/m³ a 7,82 µg/m³.

5.2.5.1.3. Concentraciones de gases (SO₂ y NO₂)

Los resultados Dióxido de azufre (SO₂) del proyecto LAV0063-00-2015 extraídos de los informes de monitoreo reportados en los seguimientos ambientales presentan datos elevados que se consideran atípicos para el general que se reportan a nivel nacional, en donde el rango de los promedios para el año 2016 estuvo dado entre 69,26 µg/m³ a 70,29 µg/m³, para el año 2017 el rango reportado estuvo entre

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

87,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 90,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y finalmente para el año 2018 el rango de los promedios estuvo entre 34,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 36,55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Para el proyecto LAM2482 del sector hidrocarburos los resultados de Dióxido de nitrógeno (NO_2) presentó excedencias indicativas (representatividad 5%) en los tres (3) puntos de monitoreo realizados en el año 2018 al sobrepasar el nivel máximo permisible anual en donde el rango de los promedios estuvo dado entre 62,48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 64,68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Los resultados de los promedios de este proyecto para este contaminante presentan datos elevados que se consideran atípicos para el general del área del RAR-CST ya que el promedio máximo reportado por el proyecto LAV0081-14 fue de 35,88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ver Tabla 28. Para mayor detalle de la distribución de resultados de los contaminantes gaseosos (SO_2 y NO_2) en el área RAR-CST, ver SIG WEB ANLA ÁGIL.

Tabla 28. Resumen de excedencias SO_2 y NO_2

Contaminante	Normatividad	Limite Normativo	Proyectos licenciados con monitoreos	Campañas de monitoreo	Excedencias Indicativas	Sector	Valor
SO_2 Dióxido de azufre	Resolución 610/2010 MAVDT	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ año	14	24	LAV0063-00-2015	Infraestructura	90,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO_2 Dióxido de nitrógeno	Res.610/2010 MAVDT	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ año	14	24	LAM2482	Hidrocarburos	64,68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Res.2254/2017 MADS	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ año					

Fuente: ANLA 2020

5.2.5.1.4. Permisos de emisiones atmosféricas

Los proyectos licenciados por ANLA que cuentan con permisos de emisiones atmosféricas en el área del RAR-CST, corresponden a trece (13), de los cuales siete (7) son autorizados por la ANLA (o en su momento por el Ministerio de Ambiente) y seis (6) proyectos cuentan con permisos de emisiones atmosféricas otorgados por CORTOLIMA. En la Tabla 29 se relacionan los permisos de emisiones otorgados, en donde de los trece (13) proyectos, sectorialmente diez (10) corresponden a hidrocarburos, dos (2) a minería, uno (1) a agroquímicos. En la tabla, se establece el número de expediente, el operador, las resoluciones y la entidad que otorgan el permiso y finalmente las observaciones sobre el mismo. Para mayor detalle de la distribución del estado de otorgamiento de los permisos de emisiones atmosféricas en el área RAR-CST, ver SIG WEB ANLA ÁGIL.

Tabla 29. Estado de otorgamiento de permisos de emisiones atmosféricas proyectos ANLA

Sector	Número expediente	Operador	Resolución que lo otorga	Observaciones
Hidrocarburos	LAM0093	HOCOL S.A.	Resolución 1748/2013 CORTOLIMA	Durante el periodo reportado en el ICA No. 12 correspondiente al año 2018, se presentó la solicitud de renovación del permiso otorgado.
	LAM0215	ECOPETROL S.A.	Resolución 626/2016 CORTOLIMA	Renovación por cinco (5) años de los permisos de emisiones atmosféricas para las facilidades de producción para las baterías Balcón, Monal, y Satélite.
	LAM1248	ECOPETROL S.A.	Resolución 1126/2013 CORTOLIMA	Permiso de emisiones atmosféricas para las instalaciones de producción de los Campos Matachín Norte – Sur, el cual ha sido renovado mediante la Resolución 1372/2002, Resolución 283/2008 y Resolución No. 2126/2013.
	LAM2028	FRONTERA ENERGY COLOMBIA CORP.	Resolución 853/2011 ANLA Resolución 1297/2014 ANLA	- Quema de gas generado durante las pruebas cortas y extensas en la operación de facilidades tempranas. - Evaporación de las aguas de formación asociadas a la producción del campo.
	LAM2344	HOCOL S.A.	Resolución 2273/2016 CORTOLIMA	Renueva el permiso de emisiones: Resoluciones 924/2000, 844/2003, 1076/2005 y 1928/2010, para los campos de Toldado, Santa Rita.
	LAM2482	PETROBRAS INTERNACIONAL DE ESPAÑA S.L.	Resolución 1564/2004 ANLA Resolución 892/2006 ANLA	Se autoriza permiso de emisiones atmosféricas para el proyecto para las pruebas cortas y extensas de producción, se autoriza la quema de gas en un foso de quemado y/o tea.
	LAM3328	HOCOL S.A.	Resolución 1815/2005 MAVDT	Permiso de emisiones atmosféricas de fuentes fijas producidas por generadores de energía y por fuentes móviles.
	LAM4878	HOCOL S.A.	Resolución 0968/2011 ANLA	Para la quema esporádica del gas que se genere en el Bloque Tolima B y la quema de gas generado en las pruebas de producción de los nuevos pozos.
	LAM5192	Las Quinchas Resources Corp Sucursal Colombia	Resolución 441/2012 ANLA	Operación de teas de quema de gas en las facilidades de producción.
	LAV0091-13	HOCOL S.A.	Resolución 480/2016 ANLA	Quema del gas que se genere durante las pruebas de producción de los pozos a perforar, mediante la instalación de teas.
Minería	LAM1499	CEMEX Colombia S.A.	Resolución 2744/2011 CORTOLIMA Resolución 1859/2018 CORTOLIMA	Actividades de explotación, cargue y transporte de caliza de la mina La Esmeralda, corregimiento de Payandé, municipio de San Luis.
	LAM4924	Sociedad Concretos ARGOS S.A.S.	Resolución/2015, ANLA	Se otorga el permiso de Emisiones Atmosféricas para el proyecto de explotación minera.
Agroquímicos	LAM0747	AGROZ S.A.	Resolución 1607/2014 CORTOLIMA	Fecha inicial del permiso: 16 de julio de 2014 Fecha final del permiso: 16 de julio de 2019

Fuente: ANLA, 2020.

5.2.5.1.5. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento de POA en el marco del licenciamiento ambiental para el componente Atmosférico (Aire).

Los criterios técnicos que a continuación se presentan son el resultado del análisis regional realizado para componente atmosférico (aire), no obstante, el profesional de evaluación será el responsable de analizarlos, ajustarlos o complementarlos a partir de la revisión y evaluación de la información allegada por el interesado.

Situación evidenciada	Requerimiento
No se establece en los seguimientos ambientales las acciones para garantizar el cumplimiento normativo de los proyectos que presentaron excedencias.	Después de corroborar los criterios de los monitoreos se debe solicitar como obligación para el seguimiento ambiental un informe de las acciones implementadas para garantizar el cumplimiento del estándar normativo.
Se evidencia que los SVCAI indicativos de los proyectos licenciados por ANLA, no presentan un documento técnico de diseño para la operación con los criterios establecidos por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010).	Es obligación de los proyectos presentar el documento técnico de diseño del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire tanto indicativos como fijos con criterios establecidos por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010).
Con la entrada en vigencia 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).	Para los seguimientos a los proyectos licenciados, se recomienda actualizar las fichas correspondientes del plan de seguimiento y monitoreo. En el marco de las evaluaciones, los contaminantes a monitorear deben corresponder a los normalizados actualmente e incluir los que estén en el inventario de emisiones atmosféricas.
La información geográfica radicada por los proyectos licenciados por ANLA en el Modelo de Almacenamiento Geográfico, para las etapas de evaluación y seguimiento, es incompleta, ya que se reportan promedios de campaña y no resultados individuales de concentraciones de contaminantes.	Es una obligación de los proyectos Licenciados el diligenciamiento del Modelo de Almacenamiento Geográfico de los datos de manera individual, según el tiempo de exposición en la captura de la muestra.
Las campañas de monitoreo de calidad del aire del proyecto LAM0747, de los años 2015, 2016 y 2018 no cuentan con la cantidad mínima de 18 muestras.	Se debe velar porque el proyecto LAM0747, actualice el programa de monitoreo y seguimiento ambiental del componente atmosférico – calidad del aire en el sentido de garantizar el mínimo de muestras, según lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010).
Los monitoreos de calidad del aire del proyecto LAV0059-00-2016, de los años 2016 y 2018, realizaron el monitoreo en un único punto, lo cual no cumple con lo establecido para un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire Industrial (SVCAI).	Se debe velar porque el proyecto LAV0059-00-2016, actualice el programa de monitoreo y seguimiento ambiental del componente atmosférico – calidad del aire en el sentido de garantizar el mínimo de puntos.

5.2.5.2. Ruido ambiental y emisión de ruido

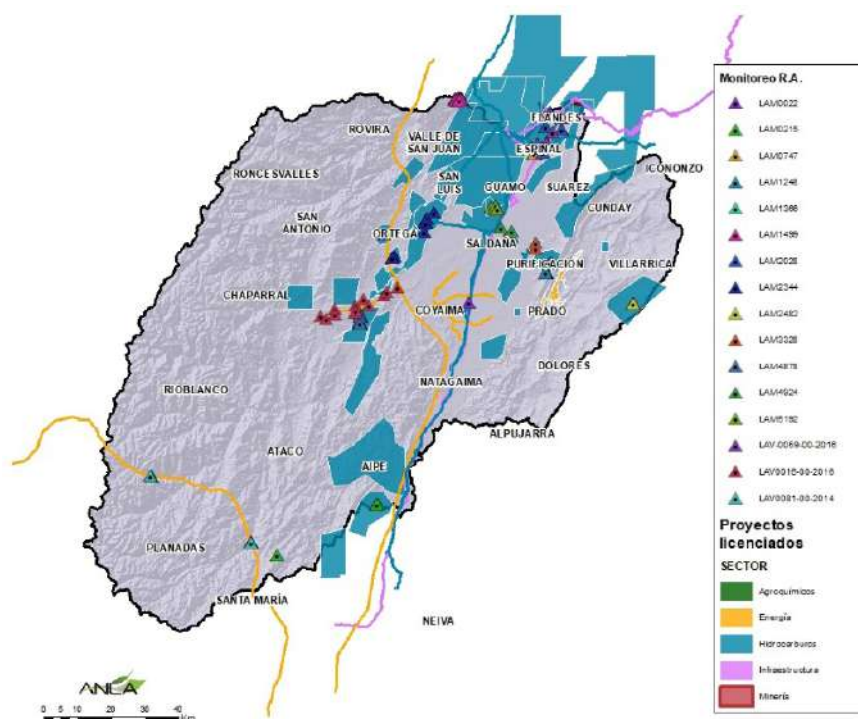
5.2.5.2.1. Ruido ambiental

En el análisis de ruido ambiental del área RAR-CST consideró datos provenientes de monitoreos realizados por los proyectos licenciados por ANLA, entre los años 2015 y 2018, en donde se identificaron dieciséis (16) proyectos con información para este componente y se realizaron veintisiete (27) campañas de monitoreo, de las cuales dos (2) se realizaron en el marco de Planes Manejo Ambiental (PMA), una

(1) a una modificación de un PMA, una (1) a la modificación de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y veintitrés (23) corresponden a Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA). Los proyectos licenciados con monitoreos de ruido ambiental fueron desarrollados sectorialmente de la siguiente manera: hidrocarburos (10), minería (2), energía (2), infraestructura (1) y agroquímicos (1).

La distribución espacial de puntos de monitoreo de ruido ambiental en el *área del RAR-CST*, más representativa se presentó en centro del área en los municipios de Chaparral y Ortega y noroeste en los municipios de Saldaña, Guamo, Espinal y Flandes, esta última con la concentración más importante de los proyectos del sector hidrocarburos, ver Figura 52.

Figura 52. Distribución de proyectos con información de monitoreo de ruido ambiental en la zona de estudio entre 2015 y 2018



Fuente: ANLA 2020, a partir de la información reportada por los proyectos licenciados

Debido a la distribución y los sectores de licenciamiento de los proyectos ANLA los potenciales receptores de ruido en el área del RAR-CST, es principalmente el Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado establecidos en la (Resolución 627 MAVDT, 2006), ya que la ubicación de las fuentes de emisión de ruido reportadas por los proyectos se realiza en áreas con estas características, sin embargo, las actividades asociadas tanto al transporte de personal y equipos en los proyectos en operación puede llegar a trascender a otro tipo de sectores, en donde como receptores sensibles se presentan los asentamientos humanos y las áreas de interés ecológico como los AICAS.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Niveles de ruido ambiental

Los monitoreos de ruido ambiental desarrollados en área del RAR-CST, en las jornadas diurna y nocturna entre los años 2015 a 2018 corresponden a veintisiete (27) campañas de monitoreo, para un total de 337 mediciones diurnas y 331 mediciones nocturnas. En la Tabla 30, se presenta el resumen de los registros de estas mediciones en donde se establece el sector de licenciamiento, expediente, fuente de la información, año de la campaña de monitoreo, cantidad de puntos de monitoreo, cantidad de mediciones y los niveles de ruido ambiental dB(A) máximos, en las jornadas diurna y nocturna, para cada una de las campañas de monitoreo.

Tabla 30. Niveles de ruido ambiental máximos en los horarios diurno y nocturno

Sector	Número expediente	Fuente de la información	Año	Puntos de monitoreo	Mediciones jornada	Cantidad de mediciones	Niveles de ruido ambiental dB(A)	
							Diurno	Nocturno
Hidrocarburos	LAM0022	ICA	2017	2	1	2	53,6	55,3
	LAM0215	ICA	2016	4	2	8	68,9	65,8
	LAM1248	ICA	2015	10	2	20	67,8	64,3
	LAM1366	ICA	2015	22	1	22	88,0	91,9
	LAM2028	ICA	2017	6	2	12	67,4	64,0
		ICA	2018	4	2	8	67,6	61,4
	LAM2344	ICA	2017	11	2	22	73,3	82,9
		ICA	2018	11	2	22	69,0	70,6
	LAM2482	PMA	2018	4	2	8	70,4	73,6
	LAM3328	ICA	2017	2	2	4	65,8	67,0
	LAM4878	ICA	2017	3	2	6	61,0	64,7
		PMA	2018	3	2	6	61,3	60,7
	LAM5192	ICA	2016	3	1	3	62,8	61,6
		ICA	2017	3	1	3	50,4	60,9
		ICA	2018	3	1	3	63,8	62,7
Minería	LAM1499	ICA	2016	17	2	34	75,9	77,5
		MD_PMA	2016	37	1	37	81,8	64,7
		ICA	2017	17	2	34	64,4	67,6
	LAM4924	ICA	2017	2	2	4	64,3	56,5
Energía	LAV0016-00-2016	ID_EIA	2015	12	1	12	51,8	58,1
	LAV0081-14	ICA	2017	6	2	12	63,1	64,6
Infraestructura	LAV0059-00-2016	ICA	2016	3	2	6	80,8	80,5
		ICA	2018	2	4	8	67,5	66,2
		ICA	2018	2	3	6	64,8	64,5

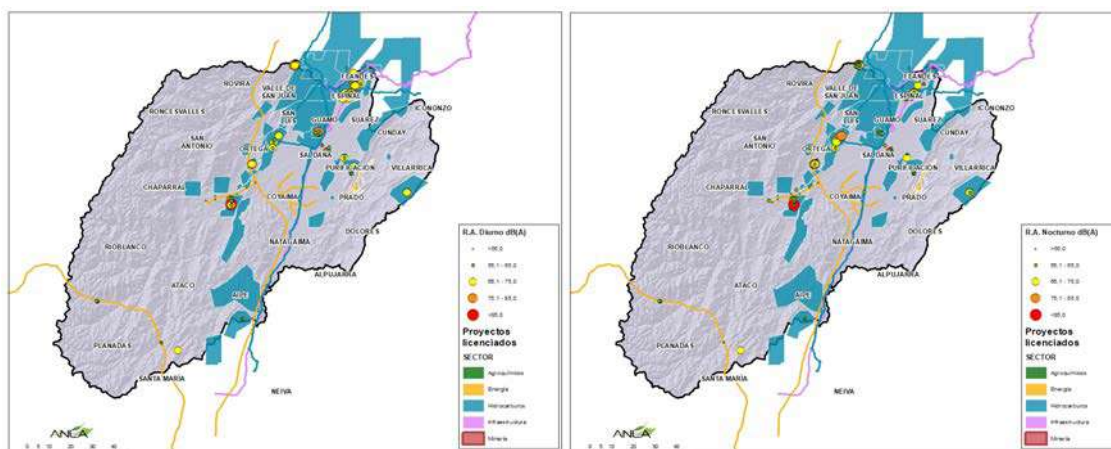
Sector	Número expediente	Fuente de la información	Año	Puntos de monitoreo	Mediciones jornada	Cantidad de mediciones	Niveles de ruido ambiental dB(A)	
							Diurno	Nocturno
Agroquímicos	LAM0747	ICA	2015	8	1	8	65,5	59,4
		ICA	2016	8	1	8	65,4	62,5
		ICA	2018	8	1	8	67,6	58,7

Fuente: ANLA 2020, a partir de la información reportada por los proyectos licenciados

El proyecto que reportó los máximos niveles de ruido ambiental en las dos jornadas de monitoreo fue el proyecto LAM1366 del sector de hidrocarburos en el seguimiento ambiental del año 2015 con 88,0 dB(A) para la jornada diurna y 91,9 dB(A) para la jornada nocturna. En la revisión de los percentiles para la jornada diurna se puede establecer que en la cercanía al punto de monitoreo existió un fuente de ruido constante ya que el percentil reportado fue de 87,03 dB(A), de igual manera el punto en la jornada nocturna que reportó al máximo valor se obtuvo un percentil 90 fue de 83,4 dB(A) lo que indica que el 90% del tiempo de la medición se registraron estos valores, ver Figura 53.

El proyecto LAV0059-00-2016 del sector infraestructura en el seguimiento ambiental del año 2016 también reportó niveles de ruido elevados en un mismo punto de monitoreo para las dos jornadas con valores de 80,8 dB(A) diurno y 80,5 dB(A) nocturno, sin embargo en el modelo de datos no se presenta el indicador percentil 90 con el cual se podría establecer si existió una fuente de ruido constante durante los monitoreos de ruido o por el contrario existió una fuente de ruido elevada en un corto periodo de tiempo.

Figura 53. Mapa de ruido ambiental entre 2014 y 2018.
Izquierda diurno y derecha nocturno



Fuente: ANLA 2020, a partir de la información reportada por los proyectos licenciados

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Respecto a los rangos de los datos analizados en las dos jornadas en el área del RAR-CST para las 337 mediciones diurnas y 331 mediciones nocturnas el máximo porcentaje se presentó en el rango de 55,1 dB(A) a 65,0 dB(A) con un 51,3%. Los datos más altos están en el rango de 75,1 dB(A) a 85,1 dB(A) los cuales representan el 2,7% en la jornada diurna y 3,3% en la jornada nocturna y finalmente para ambas jornadas se reportó un dato superior a <85,1 dB(A) el cual representa el 0,03% del total de los datos obtenidos.

Emisión de ruido

La caracterización de emisión de ruido en el área RAR-CST consideró datos provenientes de monitoreos realizados por los proyectos licenciados por ANLA, entre los años 2015 y 2018 en donde se obtuvo la información de siete (7) proyectos, los cuales realizaron nueve (9) campañas de monitoreo en el marco del seguimiento ambiental. Los proyectos licenciados con monitoreos de emisión de ruido fueron desarrollados sectorialmente de la siguiente manera: hidrocarburos (5), minería (1) y agroquímicos (1).

Niveles de emisión de ruido

Los monitoreos de emisión ruido en área del RAR-CST, en las jornadas diurna y nocturna entre los años 2015 a 2018 corresponden a nueve (9) campañas de monitoreo, para un total de 55 mediciones diurnas y 42 mediciones nocturnas. En la Tabla 31, se presenta el resumen de los registros de estas mediciones en donde se establece el sector de licenciamiento, expediente, fuente de la información, año de la campaña de monitoreo, cantidad de puntos de monitoreo, cantidad de mediciones y los niveles de emisión de ruido dB(A) máximos, en las jornadas diurna y nocturna, para cada una de las campañas de monitoreo. Para mayor detalle de la distribución de puntos de monitoreo de emisión de ruido y de los resultados diurnos y nocturnos en el área RAR-CST, ver SIG WEB ANLA ÁGIL.

Tabla 31. Niveles de emisión ruido máximos horario diurno y nocturno

Sector	Número expediente	Fuente de la información	Año	Puntos de monitoreo	Promedio mediciones jornada	Cantidad de mediciones	Niveles de emisión de ruido dB(A)	
							Diurno	Nocturno
Hidrocarburos	LAM0022	ICA	2017	1	1	1	74,3	--
	LAM0215	ICA	2015	3	1	3	91,2	--
	LAM1248	ICA	2015	4	1	4	84,5	82,1
	LAM2344	ICA	2017	8	1	8	86,1	--
		ICA	2018	8	2	16	93,4	93,5
	LAM4878	ICA	2017	3	2	6	61,0	64,7

Minería	LAM4924	ICA	2015	4	1	4	63,5	64,2
		ICA	2017	5	1	5	68,7	59,6
Agroquímicos	LAM0747	ICA	2015	8	1	8	65,5	59,4

Fuente: ANLA, 2020.

Los máximos niveles de emisión de ruido en las dos jornadas de monitoreo se reportaron en el proyecto LAM2344 del sector de hidrocarburos en el seguimiento ambiental del año 2018 con 93,4 dB(A) para la jornada diurna y 93,5 dB(A) para la jornada nocturna.

En la jornada diurna el segundo registro más elevado reportado fue en el proyecto LAM0215 del sector hidrocarburos en el seguimiento del año 2015 con un valor de 91,2 dB(A), y en la jornada nocturna el segundo registro más elevado lo reporto el proyecto LAM1248 del sector hidrocarburos en el seguimiento del año 2015, con 82,1 dB(A).

Teniendo en cuenta los resultados reportados se presenta incumplimiento normativo para emisión de ruido de los proyectos del sector hidrocarburos ya que las fuentes de emisión se ubican generalmente en áreas industriales y la (Resolución 627 MAVDT, 2006), establece como estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A), en la jornada diurna y nocturna 75 dB(A), para el Sector C. Ruido Intermedio Restringido Zonas con usos permitidos industriales, según esto las medidas de control para mitigación o reducción del ruido no son lo suficientemente efectivas y por esto el ruido puede trascender a otros subsectores. Por lo tanto, es necesario el incremento de las medidas de control como la insonorización o uso de mamparas para la reducción de ruido de las fuentes de emisión de estos proyectos.

5.2.5.2.3. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento de POA en el marco del licenciamiento ambiental para el componente Atmosférico (ruido).

Los criterios técnicos que a continuación se presentan son el resultado del análisis regional realizado para componente atmosférico (ruido), no obstante, el profesional de evaluación será el responsable de analizarlos, ajustarlos o complementarlos a partir de la revisión y evaluación de la información allegada por el interesado.

Situación evidenciada	Requerimiento
La información geográfica radicada por los proyectos licenciados por ANLA en el modelo de datos, para las etapas de evaluación y seguimiento, es incompleta para los monitoreos de ruido ya no son diligenciados los indicadores de las mediciones (ruido residual y percentil 90).	Es una obligación de los proyectos Licenciados (Resolución 2182 de 2016) el diligenciamiento del modelo de almacenamiento geográfico de los indicadores de las mediciones para emisión de ruido, necesarios para el análisis de las mediciones.
Las campañas de monitoreo de ruido tanto ambiental como de emisión de los proyectos licenciados por ANLA, no establecen una metodología asociada al monitoreo permita la caracterización de la fuente específicamente.	Los proyectos deben establecer los lineamientos respecto al monitoreo de ruido ambiental y emisión de ruido; en donde la metodología asociada al monitoreo permita la caracterización de la fuente específicamente, lo relacionado con estimación de cantidad de puntos de monitoreo, tiempos de medición representativos para los horarios diurnos y nocturnos, y aplicación de ajustes.

Situación evidenciada	Requerimiento
Los proyectos del sector hidrocarburos presentan excedencias normativas en el desarrollo de la caracterización de ruido de emisión para las dos jornadas, los cuales pueden trascienden a otros sectores y generar molestias tanto a los seres humanos como a comunidades bióticas.	Es necesario el incremento de las medidas de control como (insonorización y mamparas) para los proyectos que reporten sobrepasos normativos en los monitoreos de emisión de ruido y a su vez después de implementadas estas medidas el reporte del cumplimiento normativo.

5.3. MEDIO BIÓTICO

5.3.1. Contexto Regional

5.3.1.1. Criticidad de Biomas

El área de estudio está representada por los orobiomas andino, subandino y de páramo, los helobiomas asociados a las zonas de inundación de los cuerpos de agua, zonobioma húmedo tropical y el zonobioma alternohigrico tropical donde se caracteriza el ecosistema de Bosque Seco. Para entender la situación de estas unidades ecológicas se generaron seis (6) categorías de criticidad de los biomas a partir de una evaluación cuantitativa sobre su condición en términos de rareza, remanencia, tasa de pérdida de sus coberturas naturales y representatividad (Tabla 32) según el anexo 1 del Manual de compensaciones del Componente Biótico, en ese sentido se aclara que en la representatividad, no está considerado los esquemas de protección locales que podrían incidir en la criticidad. Estas condiciones representan aproximaciones diferenciables de vulnerabilidad y degradación de los ecosistemas, atributos que ponen en riesgo su permanencia y estabilidad a corto plazo (Figura 54).

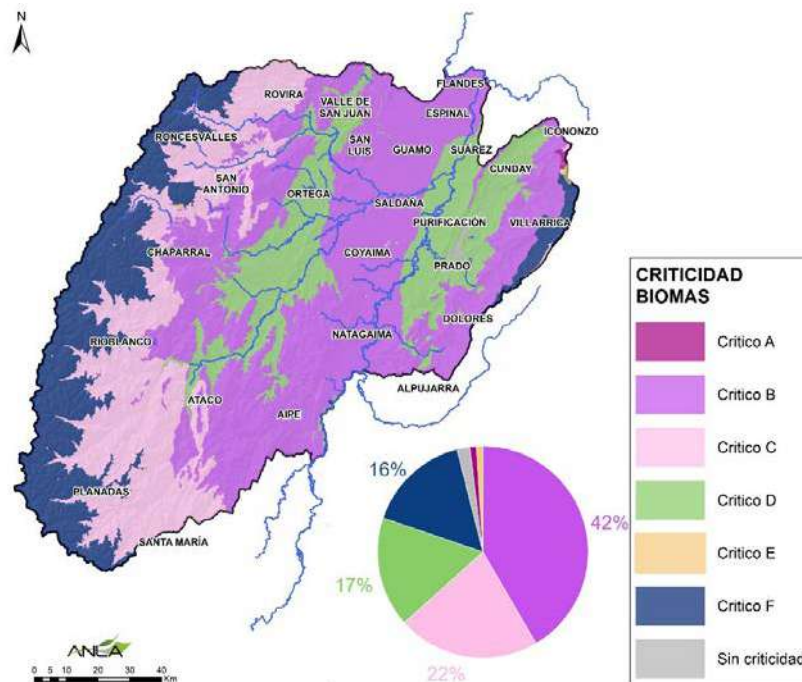
Tabla 32. Categorías de criticidad de los biomas de acuerdo con sus condiciones de rareza, remanencia, tasa de transformación y representatividad

Singularidad	Remanencia	Dinámica de Cambio	Representat.		
x	x	x		Crítico A	Mantener sus pocos remanentes naturales sin excepción y propender por estrategias de restauración. Orobioma Azonal Andino Tolima grande
x	x		x	Crítico B	Pese a que no tiene una presión continua, la transformación que se generó en su momento mantiene baja condición natural que aunado a que no existen áreas protegidas declaradas puede representar una gran amenaza. Orobioma Andino Chaparral; Orobioma Azonal Subandino Tolima grande; Orobioma Subandino Chaparral; Orobioma Subandino Huila-Caquetá; Orobioma Subandino Tolima grande; Zonobioma Alternohigrico Tropical Chaparral; Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande
x	x			Crítico C	La gestión de sus remanentes naturales debe enfocarse en complementar los objetivos de conservación de las áreas protegidas declaradas. Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental; Orobioma Andino Cordillera central Orobioma Andino Tolima grande; Orobioma Subandino Cordillera central

Singularidad	Remanencia	Dinámica de Cambio	Representat.			
	x		x	Crítico D	Lo que se transformó se hizo en un período determinado y no se siguió aprovechando.	Helobioma Chaparral; Helobioma Tolima grande; Zonobioma Humedo Tropical Chaparral; Zonobioma Humedo Tropical Tolima grande
x			x	Crítico E	Pese a su baja representatividad existe poca presión sobre sus áreas lo cual favorece el mantenimiento del bioma que es de distribución restringida.	Orobioma Azonal Andino Huila-Caquetá Orobioma de Paramo Chaparral
x				Crítico F	Pese a estar representado en categorías de protección, son ecosistemas con muy alto grado de rareza que los hace especialmente importantes y estratégicos	Orobioma Andino Huila-Caquetá Orobioma de Paramo Cordillera central
				Sin criticidad	No tiene presiones alarmantes sobre sus coberturas naturales.	Helobioma Cordillera central; Hidrobioma Chaparral; Hidrobioma Cordillera central Hidrobioma Tolima grande; Zonobioma Humedo Tropical Cordillera central

Fuente: ANLA (2020)

Figura 54. Categorías de criticidad de los biomas de acuerdo con sus condiciones de rareza, remanencia, tasa de transformación y representatividad en el centro y sur de Tolima

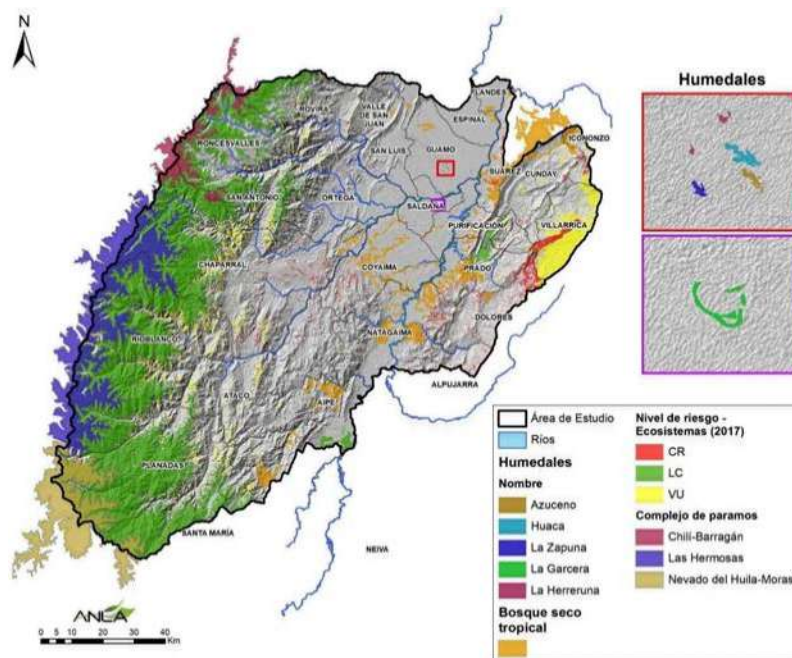


Fuente: ANLA (2020)

5.3.1.2. Ecosistemas Estratégicos

En el área regional del centro y sur de Tolima se encontraron un total de 17.738,7 ha de bosque seco tropical (BsT), siendo el departamento del Tolima el que presenta la mayor extensión con 15.447,96 ha (87,1% del área total) el resto del BsT se encuentra en el departamento del Huila con 2.290,7 ha (12,9% de área total) (Humbolt, 2014) (Escala 1:100.000) . En cuanto a los ecosistemas de páramo, se identificaron un total de tres (3) complejos, siendo el de Las Hermosas el de mayor porcentaje de cubrimiento, con un 60,09% que corresponden a 70.022,4 ha. Por su parte, el complejo Nevado del Huila – Moras tiene una extensión de 28.661,9 ha (24,6%) y el complejo Chilí-Barragán de 17.839,57 ha (15,31%). Adicionalmente, se identifican cinco (5) humedales, ubicados en la zona nororiental del área de estudio, cuatro (4) de ellos (La Zapuna, La Herreruna, Huaca, Azuceno) en el municipio del Guamo, y el humedal de La Garcera en el municipio de Saldaña (Figura 55).

Figura 55. Ecosistemas estratégicos localizados en el centro y sur de Tolima



Fuente: ANLA (2020)

5.3.2. Dinámica Faunística

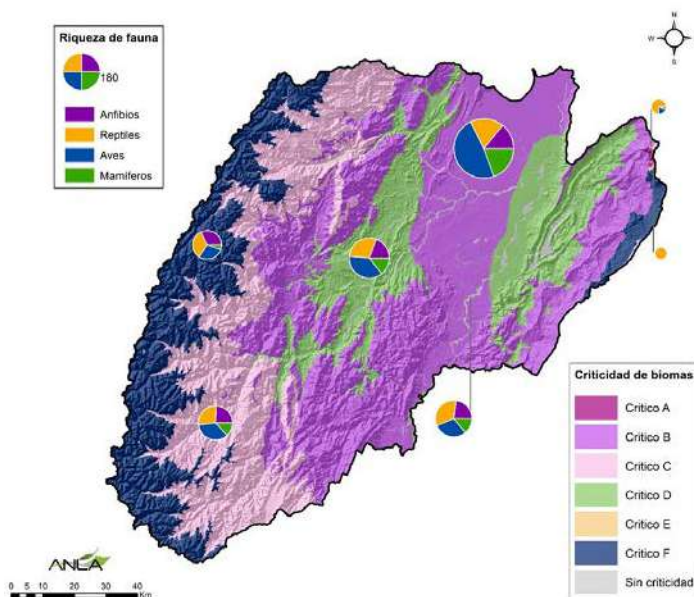
5.3.2.1. Caracterización faunística

Tener una aproximación sobre la composición, riqueza y diversidad de especies que se encuentran en la región permite definir estrategias de manejo puntuales hacia elementos de la biodiversidad que resaltan

por condiciones como el grado de amenaza, el endemismo, su estatus migratorio, entre otras. Para conocer la dinámica faunística del centro y sur del Tolima se realizó una minería de datos en tres fuentes de información: 1) los expedientes de la ANLA, 2) los registros almacenados en GBIF por la Universidad del Tolima con un umbral temporal de 2000-2020 y 3) los registros de la UICN (2020).

Las tres fuentes de información registraron un total de 495 especies; el 52% aves (n=257), el 18% mamíferos (n= 89), el 16% reptiles (n= 76) y el 13% anfibios (n= 66). Respecto a los expedientes de la ANLA, se sistematizaron 2.611 registros de diez expedientes (LAM4878, LAM4924, LAM1499, LAM2028, LAM2482, LAM4205, LAM4924, LAM5688, LAV0059-00-2016 y LAV0063-00-2015). Los registros se encuentran localizados en 186 puntos de muestreo hacia el centro del Tolima -norte del área de estudio-, en los municipios de Flandes, Espinal, San Luis y Saldaña, con una alta representatividad de muestreos en los biomas que se caracterizaron por tener una categoría de criticidad B (ver 5.3.1.1). Este mismo nivel de criticidad -B-, presentó la mayor riqueza total de especies de fauna en la región, es decir, a pesar de tener una baja condición natural existen elementos en el paisaje asociados, posiblemente, a los mosaicos con remanentes naturales que cubren los requerimientos ecológicos para alrededor de 405 especies (Figura 56). Sin embargo, como se mencionó en el numeral 5.3.1.1 y se describe en el componente de “Estrategias de Conservación, Gestión y Manejo de la Biodiversidad”, es necesario fortalecer el SINAP a través de la creación de nuevas áreas protegidas que busquen garantizar la conservación de la biodiversidad, a largo plazo, en esta zona en particular.

Figura 56. Riqueza aproximada de la fauna en relación con las categorías de criticidad identificadas para el centro y sur del Tolima



Fuente: ANLA (2020)

A partir de la revisión en la UICN se identificaron 106 especies con algún grado de amenaza en el área de estudio, incluyendo la ictiofauna. La mayoría de las especies corresponden a las aves (n=53), grupo en el cual también se incluyeron las especies endémicas, casi endémicas y migratorias. Los mamíferos incluyen 20 especies, los anfibios y peces 15 especies cada uno, y los reptiles tres especies (Tabla 33).

Tabla 33. Especies amenazadas a nivel nacional y global, endémicas (e), casi endémicas (ce) o migratorias (m) con presencia en el centro y sur del Tolima

Clase	Especie	Amenaza nacional*	Amenaza global**	Especie	Amenaza nacional*	Amenaza global**
Actinopterygii	Familia Anostomidae			Familia Curimatidae		
	<i>Leporinus muyscorum</i>	VU	VU	<i>Curimata mivartii</i>	VU	NT
	Familia Bryconidae			Familia Trichomycteridae		
	<i>Brycon moorei</i>	VU	VU	<i>Trichomycterus venulosus</i>		CR
	Familia Characidae			<i>Trichomycterus transandianus</i>		VU
	<i>Genycharax tarpon</i>	VU	VU	Familia Loricariidae		
	<i>Carlastyanax aurocaudatus</i>		NT	<i>Ancistrus tolima</i>		EN
	<i>Bryconamericus tolimae</i>		VU	<i>Dasylicaria seminuda</i>		NT
	<i>Cynopotamus magdalenae</i>		NT	<i>Panaque cochlidon</i>	VU	NT
	Familia Pimelodidae			Familia Prochilodontidae		
	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	VU	CR	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	EN	VU
	<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>		EN			
Amphibia	Familia Plethodontidae			Familia Dendrobatidae		
	<i>Bolitoglossa ramosi</i>		NT	<i>Hyloxalus lehmanni</i>		NT
	Familia Bufonidae			<i>Hyloxalus vergeli</i>		VU
	<i>Osornophryne bufoniformis</i>		NT	Familia Centrolenidae		
	<i>Osornophryne percrassa</i>	VU	VU	<i>Centrolene buckleyi</i>		VU
	<i>Rhinella sternosignata</i>		NT	<i>Centrolene geckoidea</i>		CR
	Familia Craugastoridae			<i>Centrolene medemi</i>		EN
	<i>Strabomantis ingeri</i>	VU	VU	<i>Nymphargus garciae</i>		VU
	<i>Pristimantis racemus</i>		VU	<i>Rulyrana adiazeta</i>		VU
	<i>Pristimantis vicarius</i>		NT			
	<i>Pristimantis simoteriscus</i>		VU			
Reptilia	Familia Podocnemididae			Familia Crocodylidae		
	<i>Podocnemis lewysana</i>	CR	EN	<i>Crocodylus acutus</i>	EN	VU
	Familia Gymnophthalmidae					
	<i>Riama columbiana</i>	EN	EN			

INSTRUMENTO DE REGIONALIZACIÓN

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales

Clase	Especie	Amenaza nacional*	Amenaza global**	Especie	Amenaza nacional*	Amenaza global**
Aves	Familia Trochilidae			Familia Icteridae		
	<i>Anthocephala berlepschi</i> [®]		VU	<i>Hypopyrrhus pyrohypogaster</i> [®]	VU	VU
	<i>Eriocnemis derbyi</i> [®]		NT	<i>Macroagelaius subalaris</i> [®]	EN	EN
	<i>Amazilia cyanifrons</i> [®]			Familia Parulidae		
	Familia Apodidae			<i>Setophaga cerulea</i> ^m	VU	VU
	<i>Chaetura pelagica</i>		NT	Familia Rhinocryptidae		
	Familia Accipitridae			<i>Scytalopus stilesi</i> [®]		EN
	<i>Accipiter collaris</i>		NT	<i>Scytalopus griseicollis</i> [®]		
	<i>Accipiter poliogaster</i>		NT	Familia Thamnophilidae		
	<i>Harpia harpyja</i>		NT	<i>Drymophila caudata</i> [®]		NT
	<i>Spizaetus isidori</i>	EN	EN	<i>Cercomacroides parkeri</i> [®]		
	Familia Cathartidae			Familia Thraupidae		
	<i>Vultur gryphus</i>	CR	CR	<i>Sericossypha albocristata</i>		VU
	Familia Falconidae			<i>Urothraupis stolzmanni</i> [®]		
	<i>Falco deioleucus</i>	NT	DD	Familia Troglodytidae		
	Familia Anatidae			<i>Cistothorus apolinari</i> [®]	CR	EN
	<i>Anas georgica</i>	VU	CR	Familia Tyrannidae		
	<i>Netta erythrophthalma</i>	CR	EN	<i>Contopus cooperi</i>		NT
	Familia Scolopacidae			<i>Pseudocolaptes acutipennis</i>	CR	CR
	<i>Gallinago nobilis</i>		NT	<i>Leptopogon rufipectus</i> [®]		
	Familia Columbidae			<i>Myiarchus panamensis</i> [®]		
	<i>Leptotila conoveri</i> [®]	VU	EN	Familia Ramphastidae		
	Familia Cardinalidae			<i>Ramphastos ambiguus</i>		NT
	<i>Habia cristata</i> [®]			<i>Andigena hypoglaucha</i>	VU	NT
	Familia Cotingidae			<i>Andigena nigristrois</i>		NT
	<i>Doliornis remseni</i>		VU	Familia Psittacidae		
	Familia Emberizidae			<i>Hapalopsittaca amazonina</i> [®]	VU	VU
	<i>Atlapetes flaviceps</i> [®]	VU	EN	<i>Hapalopsittaca fuertesi</i> [®]	CR	CR
	<i>Arremon atricapillus</i> [®]			<i>Ognorhynchus icterotis</i> [®]	EN	EN
	Familia Fringillidae			<i>Pyrilia pyrilia</i> [®]	NT	NT
	<i>Euphonia concinna</i> [®]			<i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i> [®]	VU	VU
	Familia Furnariidae			<i>Leptosittaca branickii</i>	VU	VU
	<i>Cranioleuca curtata</i>		VU	<i>Psittacara wagleri</i>	NT	
	<i>Drymotoxeres pucheranii</i>		NT	<i>Touit stictopterus</i>	VU	VU
	<i>Xenops rutilus</i>		No evaluado	Familia Cracidae		

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Clase	Especie	Amenaza nacional*	Amenaza global**	Especie	Amenaza nacional*	Amenaza global**
	Familia Grallariidae			<i>Aburria aburri</i>		NT
	<i>Grallaria milleri</i> [†]	EN	VU	Familia Odontophoridae		
	<i>Grallaria rufocinerea</i> [†]	VU	VU	<i>Odontophorus hyperythrus</i> [†]		NT
	<i>Grallaricula lineifrons</i> [†]		NT			
	<i>Grallaria alleni</i>	EN	VU			
Mammalia	Familia Vespertilionidae			Familia Procyonidae		
	<i>Rhogeessa minutilla</i>		VU	<i>Bassaricyon neblina</i>		NT
	Familia Phyllostomidae			<i>Nasua olivacea</i>		NT
	<i>Lophostoma occidentale</i>		NT	Familia Aotidae		
	<i>Leptonycteris curasoae</i>		VU	<i>Aotus griseimembra</i>	VU	VU
	<i>Vampyressa melissa</i>		VU	<i>Aotus lemurinus</i>	VU	VU
	<i>Vampyrus spectrum</i>		NT	Familia Atelidae		
	Familia Cuniculidae			<i>Lagothrix lagothricha</i>	VU	VU
	<i>Cuniculus taczanowskii</i>		NT	Familia Cervidae		
	Familia Mustelidae			<i>Mazama rufina</i>		VU
	<i>Lontra longicaudis</i>	VU	NT	Familia Tayassuidae		
	Familia Felidae			<i>Tayassu pecari</i>		VU
	<i>Leopardus wiedii</i>		NT	Familia Tapiridae		
	<i>Leopardus tigrinus</i>	VU	VU	<i>Tapirus pinchaque</i>	EN	EN
	Familia Canidae			<i>Tapirus terrestris</i>	CR	VU
	<i>Speothos venaticus</i>		NT			
	Familia Ursidae					
	<i>Tremarctos ornatus</i>	VU	VU			

* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenibles. Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017.

** IUCN 2020. Lista de especies amenazadas de la IUCN. Versión 2017-2. <<http://www.iucnredlist.org>>

5.3.2.2. Distribución potencial

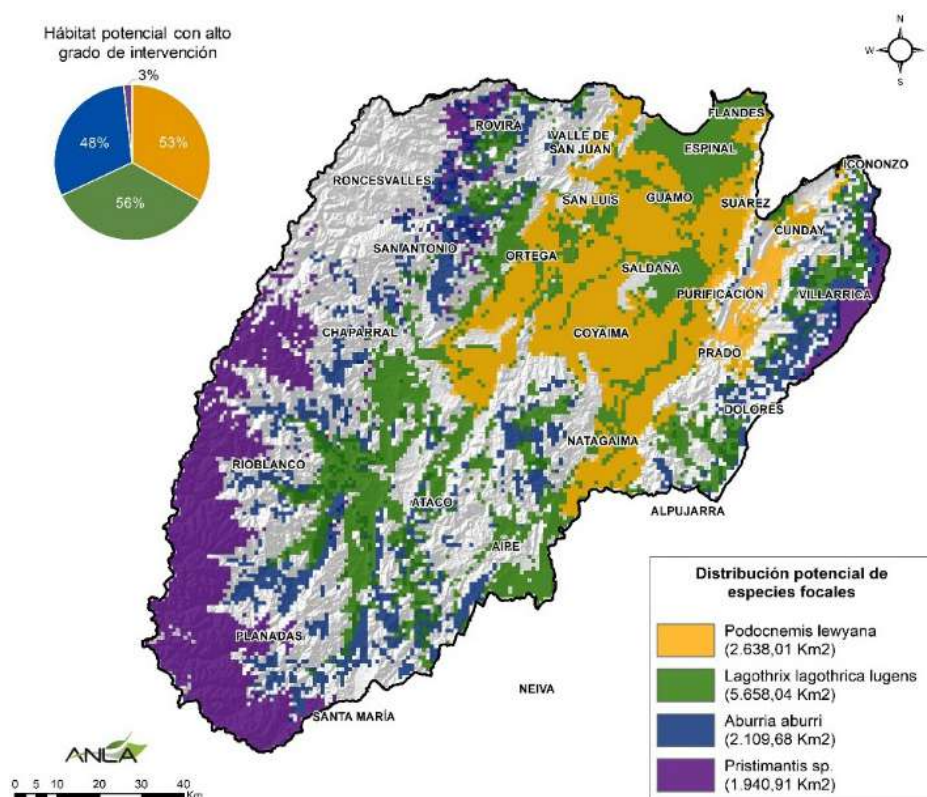
Los modelos de distribución potencial son una herramienta que facilita la toma de decisiones relacionadas con el manejo y la conservación de las especies presentes en el territorio. En este caso se identificaron hábitats con características bioclimáticas que los hacen idóneos para la distribución de cuatro especies focales seleccionadas por su endemismo y/o grado de amenaza: la tortuga del río

Magdalena (*Podocnemis lewyana*), el mono churuco (*Lagothrix lagothrica lugens*), la pava negra (*Aburria aburri*) y las ranas de lluvia del género *Pristimantis*. Para las tres primeras especies (*Podocnemis lewyana*, *Aburria aburri* y *Lagothrix lagothrica lugens*) se utilizaron los biomodelos desarrollados por el Instituto Alexander von Humboldt -IAvH-; y en el caso de las ranas de lluvia, se generó el modelo, a partir de la información contenida en el GBIF, con un umbral temporal de 2000-2020, variables bioclimáticas y la elevación (Fick, 2017). Los modelos de cada especie fueron ajustados teniendo en cuenta su distribución altitudinal.

Las especies focales cubren el gradiente altitudinal del área de estudio y, así mismo, la diversidad de biomas y ecosistemas que se encuentran en el centro y sur del Tolima (Figura 57). La tortuga del río Magdalena habita por debajo de los 800 msnm en ecosistemas acuáticos del Caribe, el Magdalena Medio y la cuenca alta del río Magdalena (Morales-Betancourt, Lasso, Páez, & Bock, 2015); el mono churuco, subespecie endémica en Colombia y poco tolerante a las intervenciones en su hábitat, se distribuye entre los 500 y 1700 msnm usando, preferentemente, bosques densos con alta disponibilidad de frutos al ser este su principal ítem alimenticio y, por esta razón, su importancia como especie dispersora de semillas (Cifuentes, Ramírez, León, Galvis, & Stevenson, 2013); la pava negra se encuentra desde los 600 hasta los 2500 msnm en bosques nublados desde Venezuela hasta Perú y, es una de las ocho especies de crácidos que se distribuyen en los bosques de montaña colombianos (Ríos, Londoño, & Muñoz, 2005); y las ranas de lluvia, con al menos 16 especies en el área de estudio, ocupan microhábitats asociados a los bosques andinos y los páramos -desde los 2000 msnm hasta los 4000 msnm-, presentando una menor riqueza conforme aumenta la elevación, pero un alto grado de endemismo (Clavijo-Garzón et al., 2018).

En total, el hábitat potencial idóneo para las especies focales cubre una extensión de 12.346,63 Km² en el área de estudio (Figura 57), la mayoría está localizado hacia las zonas bajas sobre los ríos Magdalena, Cucuana, Prado, Ortega, Tetuán y Saldaña; en los municipios de Flandes, Espinal, San Luis, Guamo, Suarez, Ortega y Coyaima. Estas zonas concuerdan con la distribución del mono churuco y la tortuga de río. Hacia las zonas intermedias el hábitat idóneo de la pava negra se localiza, principalmente, en la cuenca alta de los Ríos Chili y Cucuana, en los municipios de Rovira, Roncesvalles y San Antonio; y sobre la vertiente occidental de la cordillera central, en el municipio de Villa Rica. Por su parte, el hábitat idóneo en las zonas altas se localiza en las áreas protegidas Parque Natural Nacional -PNN- Páramo de Las Hermosas, PNN Nevado del Huila y Parque Natural Regional -PNR- Paramo del Meridiano We'pe Wala; también hacia el centro del Tolima en el PNR Anaime-Chili; y en límites con Cundinamarca hacia el páramo de Sumapaz. Al analizar la información de la huella humana para Colombia en el periodo del 2015 (Correa Ayram et al., 2020), se determinó que el 45% del hábitat potencial para las especies focales se encuentra con un alto grado de intervención. El hábitat para el mono churuco y la tortuga de río, localizado por debajo de los 1700 msnm, presenta el mayor nivel de intervención (56 y 53%, respectivamente); seguido por el de la pava negra (46%); y por último, el de las ranas de lluvia (3%), donde se encuentran la mayoría de áreas protegidas (ver Figura 57).

Figura 57. Modelos bioclimáticos de la distribución potencial para cuatro especies de fauna focales en el centro y sur del Tolima



Fuente: ANLA (2020). Con información de: *Podocnemis lewyana* (Forero-Medina, G., Yusti-Muñoz, A. P., Castaño-Mora, 2019), *Lagothrix lagothrica lugens* (Castillo-Ayala C, 2016), *Aburria aburri* (Velásquez-Tibatá J., 2017) y *Pristimantis sp.* (GBIF, 2020) (Fick, 2017)

5.3.2.3. Conectividad Ecológica Funcional

La conectividad se refiere al grado en el cual los elementos –naturales y antrópicos– que componen el paisaje facilitan o impiden el movimiento de las especies entre parches de hábitats considerados idóneos para su sobrevivencia, siendo esta conectividad esencial para garantizar la preservación de la biodiversidad y los procesos ecológicos que ocurren en el territorio (Bennett, 2003).

Para entender el funcionamiento del paisaje en relación con la conectividad estructural, se inició analizando la estructura de los fragmentos de las coberturas naturales y seminaturales presentes en la zona de estudio, tomando como referencia el mapa de Ecosistemas del IDEAM (IDEAM, 2017b). Con el fin de identificar los fragmentos de mayor superficie y con mayor área óptima para soportar a futuro especies de flora y fauna (área núcleo), se evaluaron métricas específicas (a nivel de fragmento) asociadas al tamaño y la forma (área y perímetro) Tabla 34. Los resultados de los índices analizados se clasificaron

en cinco categorías (2 = mínimo, 4= medio, 6=moderado, 8=alto y 10= extremo.), según los resultados de la interpretación, donde el mínimo indica un menor grado de fragmentación y el extremo totalmente fragmentado.

Tabla 34. Métricas seleccionadas para analizar la estructura de los fragmentos de las coberturas naturales y seminaturales presentes en la zona de estudio

Métrica	Descripción
Área (hectáreas)	Información más importante y útil contenida en el paisaje. Esta información no solo es la base de muchas de las métricas a nivel de parches, clase y paisaje, sino que el área del parche tiene una gran utilidad ecológica por derecho propio.
Perímetro (metros)	Se trata como un borde, la intensidad y distribución de los bordes constituye un aspecto importante del patrón del paisaje. Además, la relación entre el perímetro del parche y el área del parche es la base de la mayoría de los índices de forma.
Área núcleo (hectáreas)	Equivale al área dentro del parche que está más allá de la distancia de profundidad de borde especificada desde el borde del parche.

Fuente: ANLA (2020)

La selección de las métricas se fundamentó en las siguientes premisas:

- Entre más grande sea el parche, mayor es la productividad y los flujos de nutrientes y energía, por lo cual, puede soportar más especies.
- El microhábitat en el centro de un fragmento difiere con aquel presente en una matriz continua o un fragmento extenso de la misma clase.
- La matriz ejerce un efecto en los bordes del fragmento, por tanto, los microhábitats cambian conforme se aumenta la distancia desde el borde hacia el centro del fragmento.
- Fragmentos más irregulares o alargados tienen menor área núcleo, por tanto, sostienen menos especies.

Por otra parte, se analizó la conectividad funcional para tres especies focales, seleccionadas de acuerdo con las condiciones expuestas por Beier, et al. (2006). En este orden de ideas, el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el mono churuco (*Lagothrix lagothricha*) y la nutria (*Lontra longicaudis*) tienen requerimientos de hábitat específicos, un rol clave en las cadenas tróficas y un alto grado de sensibilidad frente a las presiones de origen antrópico; adicionalmente, son especies que se encuentran bajo alguna categoría de amenaza a nivel nacional y/o global, siendo esta una herramienta científicamente fundamentada para la toma de decisiones (IUCN Standards and Petitions Committee, 2019) (Tabla 35).

Tabla 35. Características ecológicas de las especies focales seleccionadas

Características ecológicas	<i>Tremarctus ornatus</i> “Oso de anteojos” 	<i>Lagothrix lagotricha lugens</i>. “Mono Churuco” 	<i>Lontra longicaudis</i> “nutria” 
Dieta	Altamente variada (Peyton 1980), entre los componentes más importantes de su alimentación se encuentran las especies de la familia de las bromelias, en especial el género Puya, el bambú (Chusquea spp.) es otra especie de gran importancia en su dieta, así como los frutos los cuales son una importante fuente de alimento (Franco, 2018)	Frugívoro obligado. En una investigación realizada en el bajo río Apaporis, el 83% de los alimentos seleccionados fueron frutos, complementando su dieta con hojas inmaduras (14%) y algunos vertebrados e invertebrados (T. R. Defler, 2010).	Peces, invertebrados (crustáceos y moluscos), vertebrados pequeños.
Preferencias de hábitat	Adaptados a una gran variedad de condiciones ambientales a lo largo de su distribución y rango altitudinal. Se tienen registros de la especie en ecosistemas de tierras bajas, bosques montanos y semimontanos deciduos, semideciduos y húmedos, además en páramos, punas y en los desiertos de los Andes peruanos. (Franco, 2018)	Habita preferiblemente el bosque primario higrofitico alto. También se encuentra en morichales de los Llanos orientales y en yarumales que estén fructificando. También se encuentra en bosques nublados de Colombia (T. R. Defler, 2010).	Hábitos semiacuáticos. Asociada principalmente a bosques riparios/pantanos.
Requerimientos de hábitat	La disponibilidad de alimento condiciona directamente el uso de hábitat por parte del oso andino, por lo que los individuos se ven en la obligación de utilizar diferentes ecosistemas para asegurar la ingesta de comida, y así suplir sus necesidades energéticas. (Franco, 2018)	En el bosque primario, Lagothrix prefiere permanecer desde el dosel medio hasta el dosel alto, aunque comúnmente desciende hasta 10 o 12 m de altura, atraído por algún fruto, e incluso baja ocasionalmente al suelo para recoger alimentos caídos.	Alta disponibilidad de cobertura vegetal para refugio y crianza.
Rango de hogar	15.000 ha – Machos 3.400 ha – Hembras (Rodríguez, M. et al 2006)	2800 ha (Rodríguez, M. et al 2006)	2000 ha.
Dispersión (distancia recorrida)	5000 m.	2800 m.	1500 m.
Tamaño poblacional	Sin información disponible	13,5 ind/km ²	Sin información disponible
Tolerancia a disturbios antrópicos	Baja tolerancia	Baja tolerancia	Condicionada a la disponibilidad de alimento. Pueden habitar ductos o canales artificiales de agua (Chanin, 1993).
Amenazas	Pérdida de hábitat, presión por caza	Pérdida de hábitat, presión por caza por su carne	Caza por retaliación, desecación de cuerpos de agua, disminución de alimento.
Categoría Nacional	Vulnerable de amenaza (Vu)	Crítico (CR) (T. Defler, Stevenson, Bueno, & Guzmán-carro, 2013)	Casi amenazado (NT)
Categoría Internacional (UICN)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU)	Datos deficientes (DD)

Fuente: ANLA (2020)

Para cada una de las especies focales se determinaron las rutas de menor costo entre los fragmentos de bosque natural y seminatural que cumplieron con los umbrales definidos para las métricas relacionadas con el tamaño, forma y área núcleo. Las rutas de menor costo son delineadas con base en una matriz de resistencia que refleja la dificultad o facilidad para el movimiento de las especies a través del paisaje (Dueñas-López et al., 2015). Dicha resistencia se generó a partir de un análisis multicriterio como técnica orientada a facilitar la toma de decisiones (Bogardi & Nachtnebel, 1994) y la planificación territorial (Buzai & Baxendale, 2015), esta última pensada hacia la identificación de posibles áreas para la realización de compensaciones por pérdida de biodiversidad e inversiones del no menos del 1% por el uso y aprovechamiento del recurso hídrico. Adicionalmente, este tipo de estudios son importantes para la generación de estudios de demanda de recursos. Las variables evaluadas para definir la resistencia del paisaje fueron: coberturas de la tierra (IDEAM, 2017b), elevación (JAXA/MET, 2020), drenajes (IDEAM, 2020), vías (IDEAM, 2020), áreas protegidas (RUNAP, 2020) y pendiente (JAXA/MET, 2020).

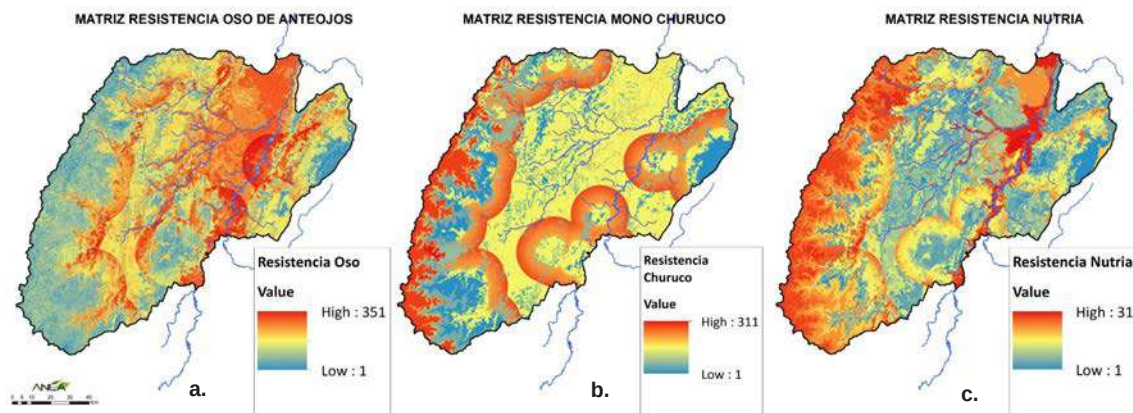
Las vías son una de las variables determinantes a la hora de realizar un análisis de resistencia ya que estas generan impactos en el medioambiente como lo son la pérdida, la fragmentación y la degradación del hábitat, afectando en general a toda la vida silvestre y sus hábitat de forma directa e indirecta (Underhill & Angola, 2000). Arroyave Maya et al., (2006) describen como efectos adicionales la dispersión de especies, la disminución de poblaciones de fauna y flora nativa, alteración del ciclo hidrológico, cambios microclimáticos, producción de material particulado y de ruido, y contaminación de los cuerpos de agua y del suelo. La construcción y operación de vías tiene como una de sus consecuencias el “efecto barrera”, el cual se produce cuando se impide la movilidad de los organismos o de sus estructuras reproductivas, limitando así el potencial de estos a dispersarse y colonizar. El “efecto barrera” rompe la continuidad en todos los estratos del bosque, afectando a todas las especies en general, es así como algunas especies de primates que utilizan únicamente el dosel del bosque se ven afectadas debido a que no pueden descender para desplazarse de un sitio a otro. Las barreras también pueden restringir también la habilidad de los organismos de reproducirse, lo que puede llevar a la pérdida de su potencial reproductivo (Arroyave Maya et al., 2006) y posteriormente a la endogamia.

En el caso del oso de anteojos (Figura 58a), las zonas que presentaron una resistencia del 100% estuvieron relacionadas con los cultivos (arroz, café, permanentes y transitorios) y los mosaicos de cultivos y pastos; también con los cuerpos de agua artificiales y lagunas; y con los territorios artificializados. Las vías y las zonas de pastos fueron valoradas con un 80% mientras que la pendiente $>37^\circ$ tuvieron un 70% de valor de resistencia.

Por su parte, el paisaje para el mono churuco (Figura 58b) presentó una mayor resistencia en elevaciones superiores a los 3.479 msnm y con las coberturas de afloramientos rocosos, arbustal abierto, arbustal denso, áreas abiertas sin vegetación, arroz, café, cuerpo de agua artificial, cultivos permanentes y los drenajes dobles.

Por último, las zonas de mayor resistencia para la nutria fueron aquellas con elevaciones superiores a los 2.920 msnm, coberturas de cultivos de arroz y de cultivos transitorios, mosaico de cultivos y pastos y territorios artificializados (Figura 58c). Para esta especie, se calificó una variable adicional, la cual consta de las zonas con un alta y moderada susceptibilidad de inundación (IDEAM, 2014b) y, su posterior cruce con las coberturas de la tierra (IDEAM, 2017b), lo anterior con el fin de identificar cuáles zonas nicho (zonas inundables) para la nutria se encuentran con coberturas de tipo antrópico, aumentado así la resistencia de dichas zonas hacia la especie.

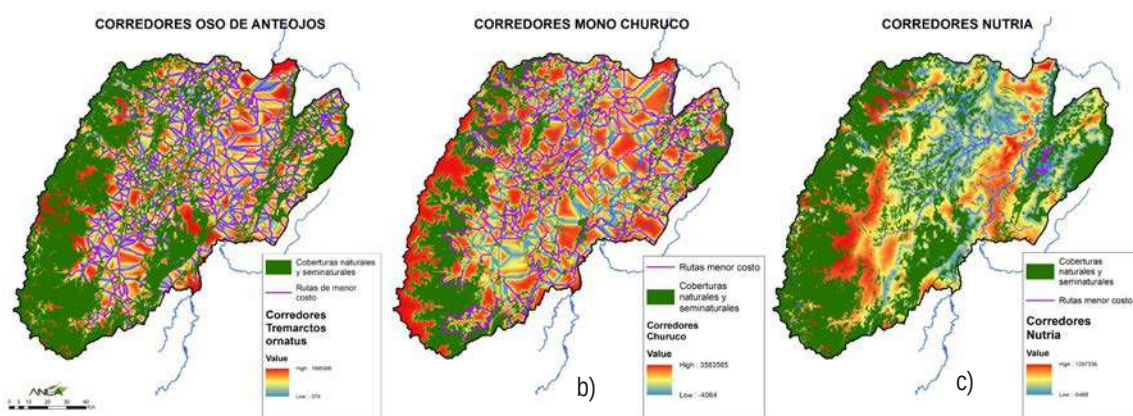
Figura 58. Resistencia del paisaje para la movilidad de las especies focales (a. Oso de anteojos, b. Mono churuco, c. Nutria), en el centro y sur del Tolima



Fuente: ANLA (2020)

A partir de los resultados del modelamiento de las resistencias para cada una de las especies analizadas y los fragmentos de bosque que cumplan los requerimientos de hábitat mínimo, se generó un nuevo modelo para identificar las rutas de menor costo (Figura 59).

Figura 59. Rutas de menor costo identificadas para las tres especies focales en el centro y sur del Tolima (a. Oso de anteojos, b. Mono Churuco, c. Nutria)



Fuente: ANLA (2020)

Los resultados obtenidos en el análisis de fragmentación y que fue tratado a inicios de este capítulo, muestra que en la zonas bajas existen fragmentos de vegetación natural y seminatural con categoría baja y moderada de fragmentación. Esto quiere decir que a pesar de la alta presión antrópica (evidenciada

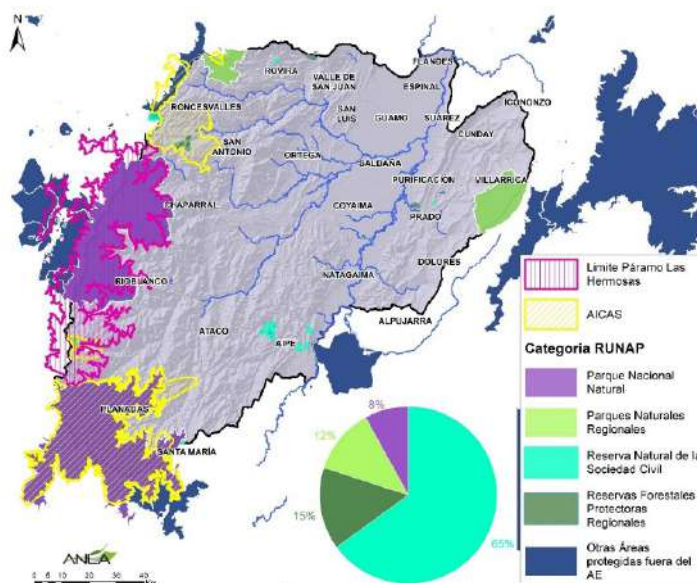
en el análisis de fragmentación y en el mapa de huella humana) existen aún fragmentos que tienen las condiciones ideales para soportar y dar viabilidad a las poblaciones de fauna y flora que allí habitan. De acuerdo con los resultados obtenidos en el modelo de rutas de menor costo para el oso de anteojos y para el mono churuco, la zonas bajas del área de estudio son las que presentan mayor cantidad de rutas para estas dos especies. Esto muestra la necesidad de la generación de procesos de restauración y/o de rehabilitación de ecosistemas en estas zonas con el fin de que pueda darse un desplazamiento efectivo entre las partes altas de la zona nororiental y la partes altas de la zona occidental del área de estudio.

La implementación de procesos de restauración en la zonas bajas permitiría que se diera un flujo de energía entre las dos áreas mencionadas anteriormente, evitando así procesos de endogamia y facilitando la dispersión de especies y de semillas a lo largo del área de estudio. Por su parte la nutria al desplazarse por los cuerpos de agua (drenajes dobles y sencillos) se le facilita el movimiento entre las zonas altas y bajas, es por esto por lo que no se presenta un alto número de rutas de menor costo. Sin embargo, si se presentan zonas que le generan una alta resistencia por la presencia de áreas de cultivos de arroz, lo que ha generado un despeje de bosque ripario que como se mencionó anteriormente es un ecosistema importante para la viabilidad de esta especie.

5.3.3. Estrategias de Conservación, Gestión y Manejo de la Biodiversidad

El área de estudio se compone de 26 áreas protegidas (AP) declaradas, de orden nacional y regional, donde predominan 17 Reservas Naturales de la Sociedad Civil-RNSC (65%); seguidas de 4 Reservas Forestales Protectoras Regionales - RFPR (14,4%); (3) Parques Nacionales Regionales -PNR (12%); y (2) Parques Nacionales Naturales -PNN (8%) (Figura 60). Adicionalmente, existen seis (6) áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS) que, a pesar de no representar restricciones legales para su intervención, son consideradas referentes de biodiversidad y sitios prioritarios para conservar y proteger, excepto en el caso que se encuentren cobijadas por una figura de protección normativa mediante las áreas protegidas declaradas.

Figura 60. Estrategias de Conservación en el área de estudio



Fuente: ANLA (2020)

En cuanto a instrumentos para el manejo de la biodiversidad, se destaca la existencia de veda regional de especies forestales en el Departamento del Tolima mediante el Acuerdo No. 010 de 1983, del Consejo Directivo de CORTOLIMA, por el cual se establece la veda en todo el departamento para las especies: Cedro negro (*Cedrela sp.*), Pino romerón (*Podocarpus rospiglosii*), Pino hayuelo (*Chaquiro Podocarpus*), Roble (*Quercus humboldtii*) y Comino (*Erythroxylon sp.*).

Por otra parte, CORTOLIMA mediante Acuerdo 014 de junio 10 de 2008 adoptó el Plan General de Ordenación Forestal; en el área de estudio se localizan las unidades de ordenación forestal VI Icononzo-Villarica, VII San Antonio-Chaparral y VIII Rioblanco-Planadas.

5.3.4. Diagnóstico Aprovechamiento forestal, Compensaciones ambientales e Inversión no menor del 1% en la región

5.3.4.1. Aprovechamiento forestal

De los 64 proyectos en el área de estudio, el 21% (n=14) no solicitaron demanda de aprovechamiento forestal porque ya se hallaban en etapa de operación o no requirieron permiso a causa de los volúmenes de aprovechamiento, inferiores a 20 m³. Para el 14% (n=9) de los proyectos, el otorgamiento de los permisos de aprovechamiento forestal son competencia de las autoridades ambientales regionales; para el 6% (n=4) el permiso de aprovechamiento no se encuentra vigente; y el 3% (n=2) no les aplica este permiso por tratarse de proyectos relacionados con la importación de agroquímicos. En ese sentido 35 proyectos (54%), solicitaron este permiso bajo instrumento de control ambiental (PMA o Licencia Ambiental), con un volumen total de 57.759,7 m³ - otorgado por la ANLA-, representados en 46 actos administrativos. El 68% de los actos corresponden a proyectos de hidrocarburos, el 20% a proyectos de infraestructura, el 8% a energía y el 3% a proyectos mineros.

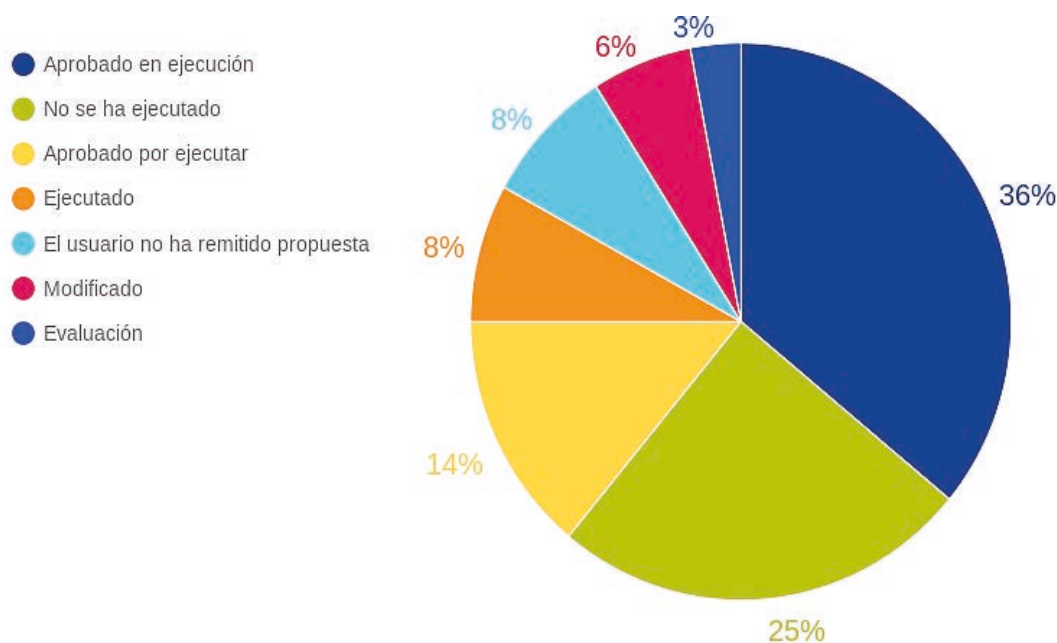
Por otra parte, según la información suministrada por CORTOLIMA, en el área de estudio del reporte, la Corporación ha otorgado un total de 7.994,73 m³ primordialmente en aprovechamientos de tipo doméstico; donde las principales especies objeto de aprovechamiento son Igua (*Albizia guachapele*), Samán (*Albizia saman*), Nogal (*Cordia alliodora*), Bilibil (*Guáreas trichilioides*), Caracoli (*Anacardium excelsum*), Dinde (*Chlorophora tinctoria*), Guacharaco (*Cupania americana*), Guacimo (*Guazuma ulmifolia*), Guamo (*Inga edulis*), Guacharaco (*Cupania americana*), Mamoncillo (*Melicocca bijuga*), Almendro (*Terminalia catapa*), Chicala (*Tabebuia caryocarpa*), Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Palma de cuesco (*Attalea butyracea*), Almendro (*Terminalia catapa*), Neem (*Azadirachta indica*) entre otras, todas especies características de ecosistema de bosque seco.

5.3.4.2. Inversión no menor del 1% y Compensaciones

Inversión no menor del 1%

De los 64 proyectos, 33 presentan obligación de inversión no menor al 1%, la mayoría de las obligaciones se encuentran en estado “Aprobado en ejecución” (36%), “No se ha ejecutado” (25%) y “Aprobado por ejecutar” (14%). Los demás estados representan porcentajes inferiores al 10% (Figura 61).

Figura 61. Distribución estado obligaciones Inversión 1%

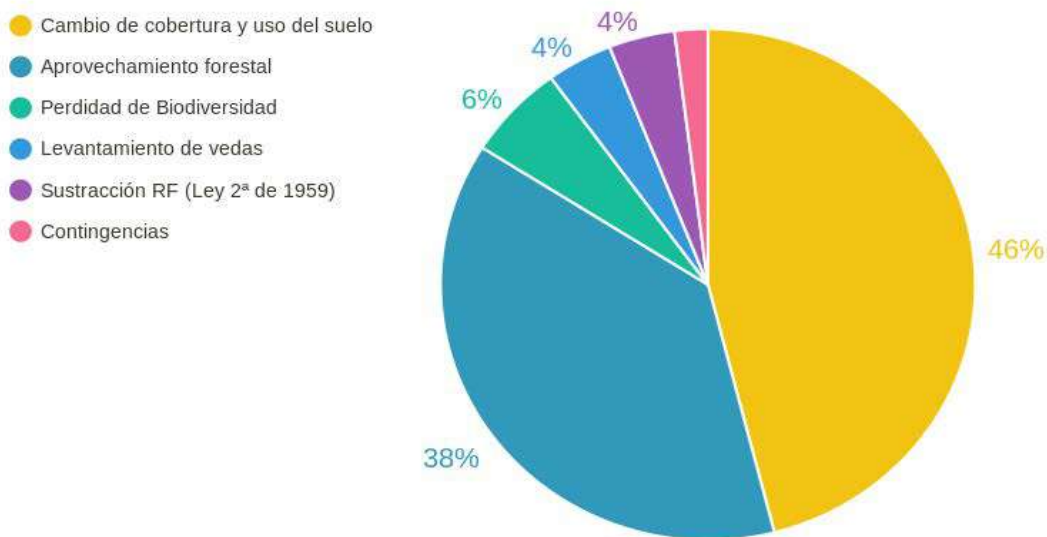


Fuente: ANLA (2020)

Compensación Ambiental

De los 64 proyectos en la región, 37 expedientes presentan obligaciones de compensación distribuidas en 47 actos administrativos, siendo predominantes las compensaciones establecidas por cambio de uso del suelo (46%) y aprovechamiento forestal (38%). Los demás tipos de compensación tienen una representación inferior al 10% (Figura 62). En cuanto al estado de cumplimiento de estas obligaciones, la mayoría se encuentran en estado de “ejecutado” (32%); seguido por “no se ha ejecutado” (26%) donde se destaca que corresponden a obligaciones por aprovechamiento forestal y cambio de cobertura y uso del suelo, es decir, que son obligaciones impuestas previo a las adopciones de los manuales de compensación; “aprobado en ejecución” (20%); “aprobado por ejecutar” (12%); el usuario no ha remitido propuesta de compensación (8%) y 2% la compensación no es viable, por lo que la empresa deberá presentar un ajuste a la propuesta de compensación.

Figura 62. Tipo de compensaciones bióticas



Fuente: ANLA (2020)

5.3.4.3. Áreas priorizadas para la compensación CORTOLIMA

Desde el año 2017, CORTOLIMA cuenta con el portafolio de áreas prioritarias para la conservación y compensación por pérdida de biodiversidad del Tolima. Este portafolio es la línea base cartográfica que determina las áreas prioritarias de conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos a escala 1:100.000, sobre las cuales los usuarios con obligaciones de compensar impactos ambientales deben ejecutar sus planes, según lo dispuesto en las Resoluciones 2272 y 3349 de 2017 de CORTOLIMA (Cortolima, 2017).

5.3.5. Criterios técnicos para futuras evaluaciones y seguimiento de POA en el marco del licenciamiento ambiental para el Medio Biótico.

Los criterios técnicos que a continuación se presentan son el resultado del análisis regional realizado para el medio biótico, no obstante, el profesional de evaluación será el responsable de analizarlos, ajustarlos o complementarlos a partir de la revisión y evaluación de la información allegada por el interesado.

Situación evidenciada	Criterio Técnico
Los ecosistemas críticos (tipo “A”, “B” y “C”) presentan condiciones desfavorables sobre su perdurabilidad.	- Las coberturas naturales que se encuentran localizadas en los ecosistemas con categoría A, ecosistemas singulares con baja remanencia y muy alta tasa de transformación, requieren un análisis complementario por parte de los grupos evaluadores y/o solicitar a las empresas como información adicional; que permita evaluar la viabilidad de intervenciones de aprovechamiento forestal o considerar restricciones de desarrollo de actividades que impliquen remoción. - Las zonas categorizadas como “Crítico B”, pese a que no tiene una presión continua, la transformación que se generó en su momento mantiene baja condición natural que aunado a que no existen áreas protegidas declaradas puede representar una gran amenaza. En ese sentido en la evaluación de los proyectos nuevos y/o modificaciones nuevas de las licencias de los 32 expedientes que se cruzan con dichas zonas debe incluir una evaluación detallada en cuanto a la interacción del componente de flora y fauna, con el fin de generar análisis sobre el hábitat disponible y potencial para las especies de fauna caracterizadas en la línea base, e imponer medidas de manejo y monitoreo de largo plazo sobre los distintos componentes de la biodiversidad - En la evaluación de proyectos nuevos y la modificación que pueda solicitar el operador del LAM2482, que se cruzan sobre zonas de “Crítico C” deben incluir un análisis que integren las relaciones con las áreas protegidas aledañas y sus objetivos de conservación en cuanto a conectividad ecológica funcional.
Se identificó una alta riqueza de especies de fauna en los biomas con categoría de criticidad B (Orobioma Andino Chaparral, Orobioma Azonal Subandino Tolima Grande, Orobioma Subandino Chaparral, Orobioma Subandino Huila-Caquetá Orobioma Subandino Tolima grande, Zonobioma Alternohigrico Tropical Chaparral, Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima Grande), los cuales se caracterizaron por presentar una alta transformación y poca representatividad en áreas protegidas. Así mismo, el hábitat idóneo para la tortuga de río y el mono churuco, localizados sobre estos biomas, son los que presentaron la mayor proporción de hábitat intervenido.	Los proyectos objeto de licenciamiento deben contemplar una ficha en su PMA dirigida hacia el manejo y conservación de la fauna silvestre. Se debe seleccionar un grupo de especies focales para generar las medidas específicas dentro de la ficha de fauna en el PMA. La selección debe contemplar como mínimo la siguiente información: 1) caracterización de la línea base, 2) especies identificadas como amenazadas, endémicas, casi endémicas y migratorias en este reporte y 3) las especies focales analizadas en el componente de “Dinámica Faunística”. Además, deberán contemplar una ficha de seguimiento y monitoreo para el mismo grupo de especies focales seleccionados en el PSM. El monitoreo deberá realizar a mediano y largo plazo, dada la alta transformación de los biomas críticos B.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Situación evidenciada	Criterio Técnico
Existencia de instrumentos regionales para la gestión, manejo y conservación de la biodiversidad en la región	En el proceso de evaluación revisar los siguientes instrumentos de la Biodiversidad presentes en la región: - Resolución 0211 de 2017 “Por medio de la cual se delimita el páramo las hermosas y se adoptan otras determinaciones” Veda regional de especies forestales en el Departamento del Tolima mediante el Acuerdo No. 010 de 1983, del Consejo Directivo de CORTOLIMA, por el cual se establece la veda en todo el departamento para las especies: Cedro negro (<i>Cedrela sp.</i>), Pino romerón (<i>Podocarpus rospigliosii</i>), Pino hayuelo (<i>Chaquiro Podocarpus</i>), Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) y Comino (<i>Erythroxylon sp.</i>). - Plan General de Ordenación Forestal adoptado mediante Acuerdo 014 de junio 10 de 2008 - Planes de manejo y zonificación de manejo de los humedales existentes en el municipio del Guamo -Saldaña
En el área de estudio se localizan las unidades de ordenación forestal VI Icononzo-Villarica, VII San Antonio-Chaparral y VIII Rioblanco-Planadas adoptadas mediante Acuerdo 014 de junio 10 de 2008 de CORTOLIMA	Acoger los siguientes lineamientos según el Artículo Tercero del Acuerdo 014 de junio 10 de 2008 de CORTOLIMA: UOF VI Icononzo-Villarica: Para esta unidad son posibles los aprovechamientos forestales de madera con propósito comercial de las especies chuguaca (<i>Hieronyma macrocarpa</i>) resino (<i>Dacryodes sp</i>) y drago (<i>Croton sp</i>) aplicando criterios de sostenibilidad. La Corporación podrá otorgar hasta un máximo de 14 m3/ha de estas tres especies maderables a partir de 30 cm de DAP (...) UOF VII San Antonio-Chaparral: Las especies laurel (<i>Nectandra sp</i>), candelo (<i>Hieronyma antioquiensis</i>), laurel amarillo (<i>Nectandra sp</i>) y encenillo de hoja compuesta (<i>Weinmannia pubescens</i>) son aprovechables a largo plazo, con fin maderero comercial. UOF VIII Rioblanco-Planadas: Los aprovechamientos madereros comerciales no son procedentes a corto y mediano plazo en esta unidad
El 26% de las obligaciones de compensación distribuidas en los 47 actos administrativos se encuentra en estado “no se ha ejecutado” (26%) Específicamente los expedientes: LAM1547, LAM2028, LAM2796, LAM2846, LAM3346, LAM3393, LAM3432, LAM3457, LAM3803, LAM3879, LAM4746, LAM4750, LAM5192.	Se sugiere al grupo de compensación e inversión, determinar la pertinencia de un seguimiento detallado de las obligaciones de los expedientes indicados, ya que son obligaciones por aprovechamiento forestal y cambio de cobertura y uso del suelo, es decir, que son obligaciones impuestas previo a las adopciones de los manuales de compensación (2012).

Situación evidenciada	Criterio Técnico
CORTOLIMA cuenta con el portafolio de áreas prioritarias para la conservación y compensación por pérdida de biodiversidad del Tolima	Utilizar el portafolio de áreas priorizadas por CORTOLIMA como alternativas para seleccionar el “Dónde” compensar de los proyectos presentes en el área de estudio.
Existencia de seis (6) áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS).	Promover las actividades de compensación en las áreas de conservación con distinción internacional como las AICAS, referentes de biodiversidad que han sido priorizados para conservar y proteger la avifauna, y que se encuentran dentro del Portafolio de Áreas prioritarias para la Conservación y Compensación por pérdida de biodiversidad de Cortolima.
Diferentes proyectos lineales se cruzan con ecosistemas bajo diferente categoría de amenaza (Etter et al., 2017): - Ecosistemas en estado crítico (CR): LAM0457, LAV0081-14. - Ecosistemas en estado Vulnerable (VU): LAM0304, LAM0457, LAM3717 y LAV0016-00-2016.	Los proyectos licenciados que se encuentran sobre ecosistemas en estado crítico y/o vulnerable deben verificar, con la información cartográfica disponible, los lugares donde confluyen estos ecosistemas y las APIC, para generar estrategias que permitan la recuperación y conservación a largo plazo. Adicionalmente, para los proyectos existentes y que no hayan ejecutado el programa de compensación por pérdida de biodiversidad (si aplica) y/o inversión de no menos del 1% deben integrar dentro del análisis del DÓNDE, los ecosistemas críticos y vulnerables presentados en el mapa de ecosistemas con el fin de implementar estrategias que disminuyan la criticidad de estos.
Se identifica una línea de transmisión eléctrica (LAV0081-14) cruzando el sur del departamento del Tolima, sobre dos AICAS (Cuenca del río San Miguel y Cuenca del río Hereje) y zonas con distribución potencial para la especie focal <i>Aburria aburri</i> . Las líneas eléctricas generan impactos de fragmentación y efecto barrera en las poblaciones de aves.	Se debe verificar que la medida de manejo propuesta en la Ficha de Manejo AM-B03-03: “Prevención de colisión de avifauna contra los conductores y cables de guarda de las líneas de transmisión”, haya contemplado la instalación de los desviadores de vuelo en las dos AICAS presentes. Adicionalmente, la medida de manejo 3. “Seguimiento y monitoreo de la efectividad de los desviadores de vuelo” de la Ficha de Manejo AM-B03-03 debería incluirse en un programa de seguimiento y monitoreo que cubra un periodo de tiempo mayor a 1 año teniendo en cuenta que la adaptación de las aves a nueva infraestructura puede tardar hasta tres décadas, con aspectos claros en modo, tiempo y lugar. El registro de la colisión de aves debe realizarse de manera periódica y estandarizada, en tramos con desviadores y sin desviadores y debe incorporar indicadores de efectividad que realmente permitan determinar si el impacto está siendo prevenido. La información debe ser registrada en el modelo de datos vigente de la entidad, en la capa “punto de muestreo fauna” con la observación de colisión.

Situación evidenciada	Criterio Técnico
Se modelaron corredores ecológicos de conectividad para especies de mamíferos medianos y grandes en áreas con poca o nula vegetación, con alta intervención antrópica y en zonas donde confluyen los proyectos viales.	Utilizar como insumos los resultados obtenidos en este estudio en relación con las rutas de menor costo, con el fin de direccionar medidas de manejo enfocadas en la restauración o rehabilitación de ecosistemas. Adicionalmente, los proyectos existentes que no han ejecutado el programa de compensación del medio biótico (si aplica) y/o inversión de no menos del 1%, deben integrar dentro del análisis las rutas de menor costo con el fin de implementar proyectos de restauración de ecosistemas. En cuanto a los proyectos viales (LAM4205, LAM3346, LAV0059-00-2016, LAV0063-00-2015, LAM1838 y LAM1312): se recomienda realizar un seguimiento específico para evaluar las posibles afectaciones de dicha infraestructura sobre la conectividad funcional, con el fin de determinar la magnitud de sus impactos y establecer las medidas de manejo necesarias para prevenir, mitigar o corregir. En el caso del expediente LAV0063-00-2015, el cual se encuentra en etapa de “desmantelamiento y abandono”, el seguimiento debe ser realizado por CORTOLIMA. Para aquellos proyectos que se encuentran en etapa de construcción (LAM4205, LAV0059-00-2016), se recomienda que en la etapa de seguimiento se requiera, como mínimo, un análisis de las zonas con mayor probabilidad de atropellamiento a lo largo de la vía, el establecimiento de un sistema de pasos de fauna con un inventario de las estructuras definidas para cumplir dicha función georreferenciadas, elementos de adaptación para las estructuras hidráulicas teniendo en cuenta los periodos de retorno y, la implementación de estructuras adicionales disuasivas y de encausamiento hacia los pasos de fauna. Estos tres aspectos permitirán tener un sistema de pasos de fauna sobre el cual se debe desarrollar una estrategia adaptativa de monitoreo y seguimiento con aspectos claros en modo, tiempo y lugar, la cual debe contemplar como mínimo: 1) el registro periódico y estandarizado del atropellamiento de fauna silvestre en los sitios con mayor probabilidad de atropellamiento, información que debe ser registrada en el modelo de datos vigente de la entidad, en la capa “punto de muestreo fauna” con la observación de atropellado; y 2) el registro periódico y estandarizado del uso del sistema de pasos de fauna por especies silvestres, información que también debe registrarse en la capa “punto de muestreo fauna”. Aquellos proyectos que se encuentren en etapa de operación (LAM3346, LAM1838, LAM1312), la recomendación previamente descrita aplica para posibles modificaciones futuras.

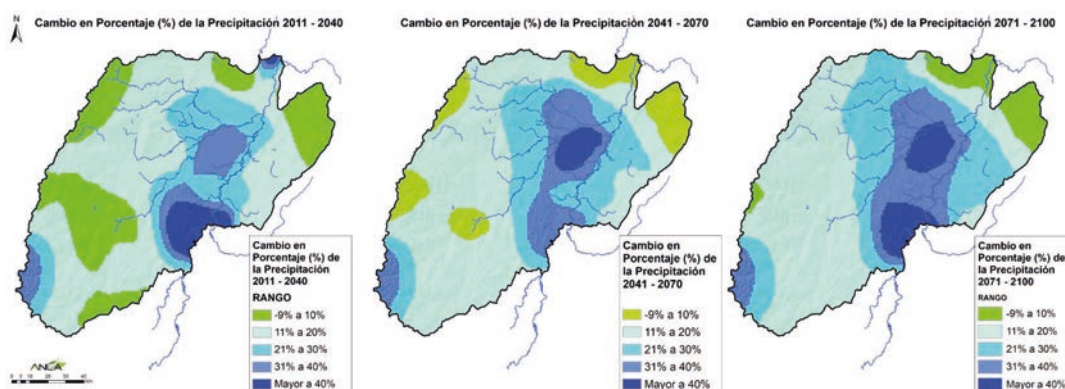
5.4. CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con los escenarios proyectados del IDEAM, debido a su posición geográfica el departamento del Tolima está dentro de las regiones del país que mayores cambios sufrirá frente a los escenarios proyectados del cambio y la variabilidad climática. Los efectos de cambio climático percibidos en el área definida para el estudio comprenden cambios registrados en la temperatura, en la precipitación y en la ocurrencia de eventos extremos. En cuanto a temperatura se ha evidenciado un aumento generalizado sobre el territorio, entre 0,1-0,2°C/decenio, entre las evidencias cercanas a la región respecto al aumento de la temperatura se tiene el retroceso del glaciar asociado al Nevado del Huila que se ha reportado por diversos autores como Huggel y colaboradores (2007).

En general, en la Figura 63, se evidencia que el Departamento podría presentar un incremento del 20% en la precipitación y hasta un 30 al 40% en la cuenca media para el año 2100. En el periodo 2011-2040 puede ser del 10% y para el periodo 2041 – 2070 hasta del 13%. En particular las Provincias de Suroriente, Ibagué y

Nevados podrán presentar los mayores aumentos entre 30% y 40% a final de siglo. Según el IDEAM (2010) los eventos de precipitación extrema se han reducido en altitudes mayores a los 3000 m s.n.m y debajo de esa altitud han aumentado lo que aplicaría para el área de la cuenca del Río Saldaña (CORTOLIMA - Universidad Nacional de Colombia – Centro de Estudios para la Prevención de Desastres, 2015).

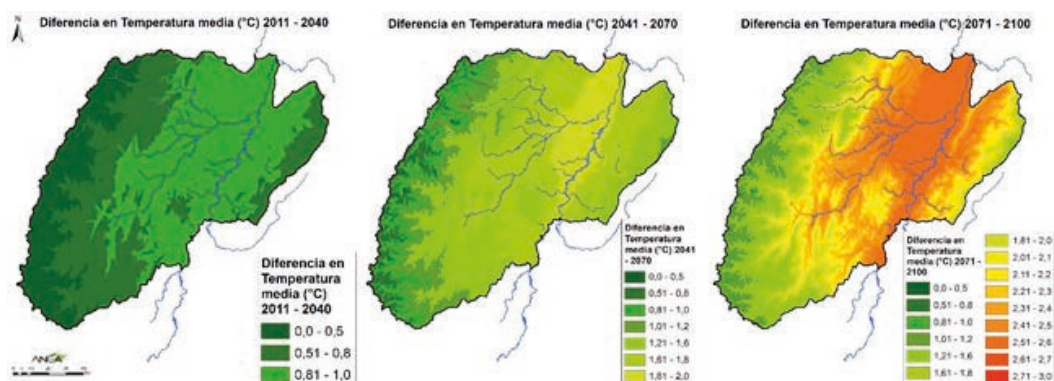
Figura 63 Cambio proyectado en la precipitación en las tres temporalidades 2011- 2040 (izquierda), 2041-2070 (centro), 2071-2100 (derecha)



Fuente: ANLA, 2020 Adaptado del IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015

Se espera que en el área de la cuenca del Río Saldaña la temperatura incremente 2,5°C adicionales a la temperatura promedio actual; para el período 2011-2040 el incremento sea de 1.0°C; para el período 2041-2070 de 1.5 °C y para el período 2071-2100 entre 2 y 2,5 °C , estos incrementos de temperatura se presentaran principalmente en la parte alta de la cuenca (IDEAM et al., 2015).

Figura 64 Cambio proyectado en la temperatura en las tres temporalidades 2011- 2040 (izquierda), 2041-2070 (centro), 2071-2100 (derecha)



Fuente: ANLA, 2020 Adaptado del IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015

De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático los principales efectos podrían verse representados en los ecosistemas de alta montaña por los cambios acelerados de temperatura, así como en la disminución de volumen para coberturas nivales. Por otro lado, efectos negativos en el sector ganadero debido al aumento proyectado en la temperatura y la mayor incidencia de plagas y enfermedades en el sector agrícola debido a los aumentos de precipitación. (IDEAM & UNAL, 2018).

Emisiones de gases efecto invernadero

Los datos de emisiones de gases efecto invernadero para el departamento de Tolima corresponden con el ejercicio de inventario departamental realizado en el marco de la Tercera Comunicación de Cambio Climático. Este inventario contó con línea base del año 2012 y tuvo en cuenta un enfoque top-down de las actividades y en línea con las directrices del Panel Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático. Las fuentes de emisión tenidas en cuenta corresponde con los grupos establecidos por el IPCC; energía, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra; procesos industriales, usos de productos y residuos. Por su parte las categorías o sectores definidos para el alcance regional corresponden con ocho sectores de la economía nacional, minas y energía; industrias manufactureras; transporte; residencial; comercial; agropecuario; forestal y saneamiento (IDEAM, PNUD, MADS, DNP & CANCELLERÍA, 2016).

El inventario regional contiene información de emisiones, absorciones y emisiones totales netas (balance de emisiones menos absorciones). Para el caso del departamento del Tolima respecto al nivel nacional representa cerca del 6.97% de las emisiones con cerca de 6.967 Kton de GEI, ocupando el puesto 14 a nivel nacional con un aporte del 2.7% a las emisiones brutas. La mayor contribución de dichas emisiones es del sector agropecuario (26.79%) con 1.867 Mton de CO₂eq., aportando el 2.82% de las emisiones brutas del sector a nivel nacional, seguido por el sector forestal (25.27%) aportando 1,761 Mton de CO₂eq y el sector de industrias manufactureras (22.64%) aportando 1,578 Mton de CO₂eq. La principal fuente asociada a la manufactura está representada por la producción de minerales no metálicos (IDEAM, PNUD, MADS, DNP & CANCELLERÍA, 2016). El departamento registra las mayores emisiones de metano generadas por sistemas de arroz en el país y la demanda de consumo de leña en las zonas rurales representa el 14% de las emisiones departamentales ya que el 32% de la población del departamento se ubica en áreas rurales. Cabe resaltar que el departamento tiene una alta participación del sector industrias manufactureras en las emisiones brutas nacionales, aportando el 5.54% (CORTOLIMA, 2018). Es posible evidenciar el comportamiento creciente de los sectores industrias manufactureras y construcción, agropecuario, comercio, minas y energía, residencial y saneamiento (CORTOLIMA, 2018).

El porcentaje de participación de las absorciones departamentales en los sectores forestal y agropecuario, aportando este último con el 11,69% de las absorciones nacionales, lo que posiciona el sector agropecuario como una fuente importante de absorciones a nivel nacional con cerca de 5.074 Kton CO₂eq posicionándolo como el sector más importante en materia de absorciones de gases de efecto invernadero participando con el 93% de las absorciones departamentales. El sector forestal en el departamento del Tolima se caracteriza aportar en 1,31% a las absorciones nacionales. Es importante resaltar que al aplicar el balance de carbono a nivel departamental, el sector agrícola tolimese tiene la capacidad de absorber el 72.4% del total de las emisiones brutas departamentales y tiene la capacidad de asumir emisiones brutas de otros sectores dejándolo con unas emisiones totales departamentales de 1.516 Kton CO₂eq (CORTOLIMA, 2018).

De acuerdo con el estudio titulado “Análisis de riesgo y vulnerabilidad frente al cambio climático” (IDEAM & PNUD, 2018), en términos generales en el departamento del Tolima tiene una amenaza alta del cambio climático ocupando el tercer lugar a nivel nacional en la dimensión de seguridad alimentaria y recurso hídrico especialmente los municipios de Flandes, Espinal y Natagaima. La mayor sensibilidad al cambio climático está dada para los municipios de Aipe y relacionada con la dimensión de hábitat humano, específicamente en lo que respecta a la demanda urbana de agua para uso doméstico y demanda urbana de agua para comercio y servicios (CORTOLIMA, 2018).

Por otro lado, de acuerdo con el índice municipal de riesgo (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2018) el departamento de Tolima se encuentra en el puesto siete a nivel nacional y tiene cerca del 51% de su población expuesta a amenazas hidrometeorológicas. El municipio con mayor riesgo ajustado por capacidades del área de estudio es Ataco que ocupa el puesto 89 a nivel nacional (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2018).

Criterios técnicos para futuras evaluaciones en el marco del licenciamiento ambiental

Los criterios técnicos que a continuación se presentan son el resultado del análisis de cambio climático, no obstante, el profesional de evaluación será el responsable de analizarlos, ajustarlos o complementarlos a partir de la revisión y evaluación del proyecto.

Situación evidenciada	Requerimiento
Los escenarios de cambio climático proyectados presentan un incremento en las precipitaciones de hasta el 30 al 40% por lo que se considera clave tomar medidas frente al cambio climático.	Para proyectos nuevos se considera pertinente la incorporación de la obligación de cambio climático relacionada con la cuantificación de las emisiones y la formulación de medidas de mitigación de gases efecto invernadero y adaptación al cambio climático como la construcción de canales perimetrales que reduzcan los impactos por inundaciones, entre otras medidas relacionadas. Esto especialmente importante para proyectos de hidrocarburos, minería y energía.

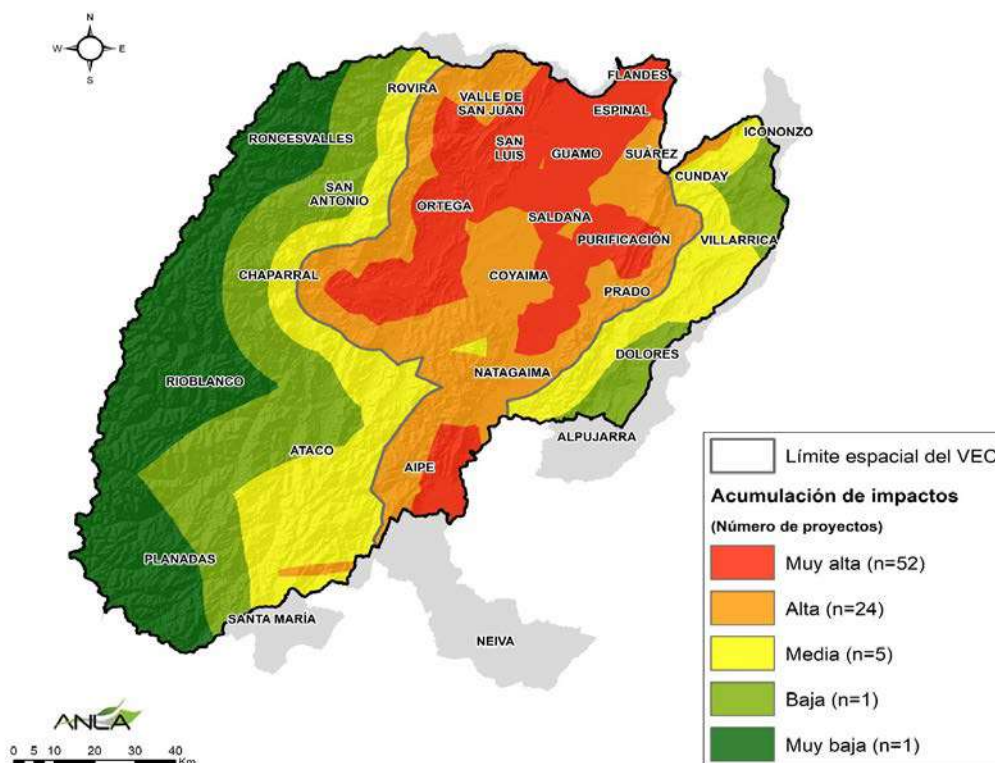
6. ANÁLISIS DE INTEGRALIDAD E IMPACTOS ACUMULATIVOS

6.1. Área de mayor confluencia de POA

Para el análisis de los impactos acumulativos, es pertinente comprender el concepto de Componente ambiental y social de valor especial (de ahora en adelante VEC), el cual se define como un atributo ambiental y social que se considera importante por los sectores productivos, la sociedad, la ciencia o el estado y, cuya condición futura deseada pudiera verse afectada directa o indirectamente por un proyecto, obra o actividad (POA) en particular, o por los efectos acumulativos y/o sinérgicos ocasionados por múltiples POA.

Para definir el límite espacial de mayor confluencia de POA, el cual permitirá guiar la selección de los VEC, se utilizó una clasificación de la intensidad de los POA, mediante una escala de color rojo hasta verde, donde el color rojo indica una muy alta intensidad de los potenciales impactos y así, sucesivamente, una disminución de la intensidad hasta el color verde oscuro que indica una posible muy baja intensidad del impacto ambiental sobre el territorio. En este sentido, el color rojo y naranja representan el límite espacial para el análisis de los atributos socioambientales valorados por la comunidad (VEC), área donde potencialmente se presentarían los impactos acumulativos de mayor frecuencia (Figura 66).

Figura 66. Interacción Proyectos, obras y actividades

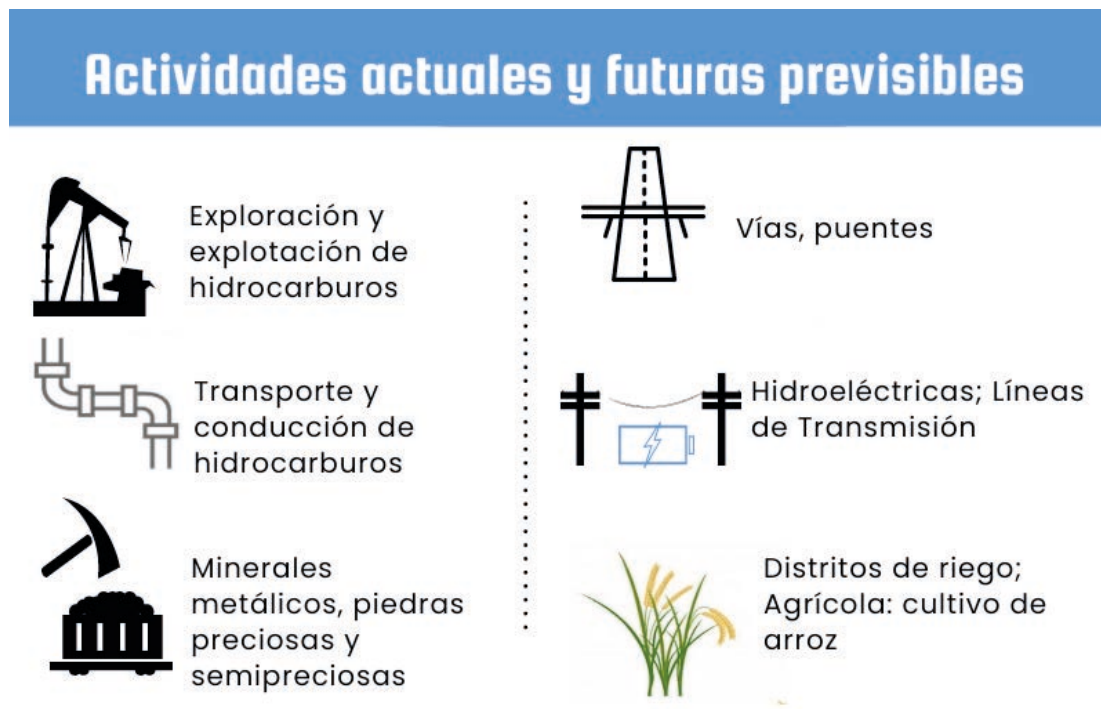


Fuente: ANLA, 2020

6.2. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PRESENTES Y FUTURAS PREVISIBLES

A continuación, se identifican y describen de manera general los proyectos, obras o actividades preexistentes, actuales y futuras previsibles en el área seleccionada para el análisis de los VEC.

Figura 67. Actividades actuales y futuras previsibles en el área de estudio



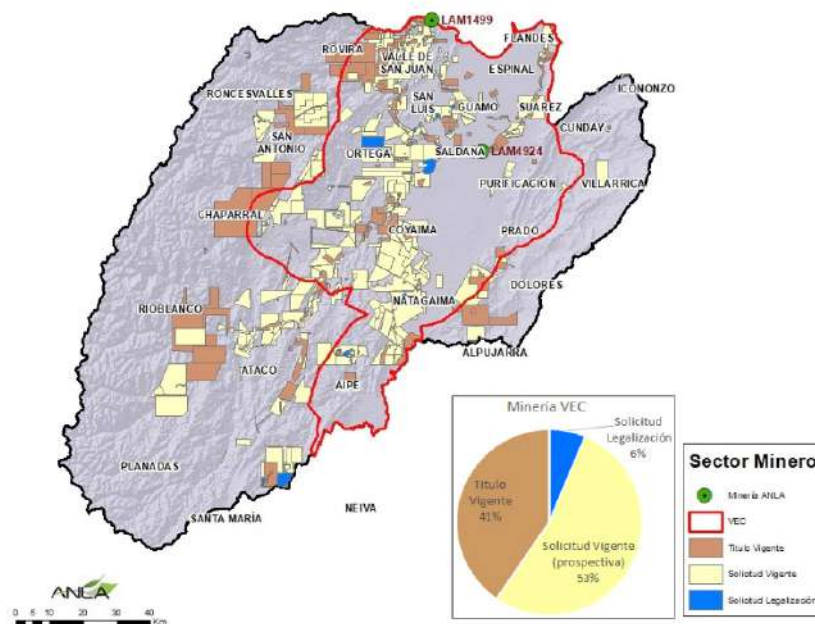
Fuente. ANLA, 2020

6.2.1. Sector Minero

La titulación minera en el área del Reporte de Análisis Regional del Centro y Sur de Tolima (RAR-CST), esta concertada en el área definida como límite para análisis de los VEC, con un 81% respecto al área RAR-CST, en donde se cuenta con 185 títulos mineros vigentes, 29 solicitudes de legalización y 244 solicitudes vigentes en prospectiva (Agencia Nacional de Minería -ANM, 2017), en la Figura 68 se presenta la distribución de la titulación minera en el área de estudio, en donde se identifican los límites del VEC y se presenta la ubicación de los dos proyectos de minería licenciados por la ANLA.

Los títulos vigentes más representativos por tipo de material son: materiales de construcción, oro y metales preciosos y otros minerales. En cuanto las solicitudes vigentes las más representativas por tipo de mineral son: materiales de construcción, oro y metales preciosos y otros minerales.

Figura 68. Distribución de titulación minera área de RAR-CST



Fuente: Modificado Sistema Integral de Gestión Minera - ANNA Minería, (Agencia Nacional de Minería -ANM, 2020)

La producción de oro y plata proviene principalmente de los municipios de Líbano, Santa Isabel, Falan, Ataco y Coyaima; en calizas de los municipios de San Luis, Valle del San Juan y El Guamo; en materiales de construcción de Coello, San Luis, Guamo y Espinal y de Valle del San Juan, Coello, San Luis, Ibagué, Rovira y Ambalema en yeso y arcillas.

6.2.2. Actividad agrícola y pecuaria

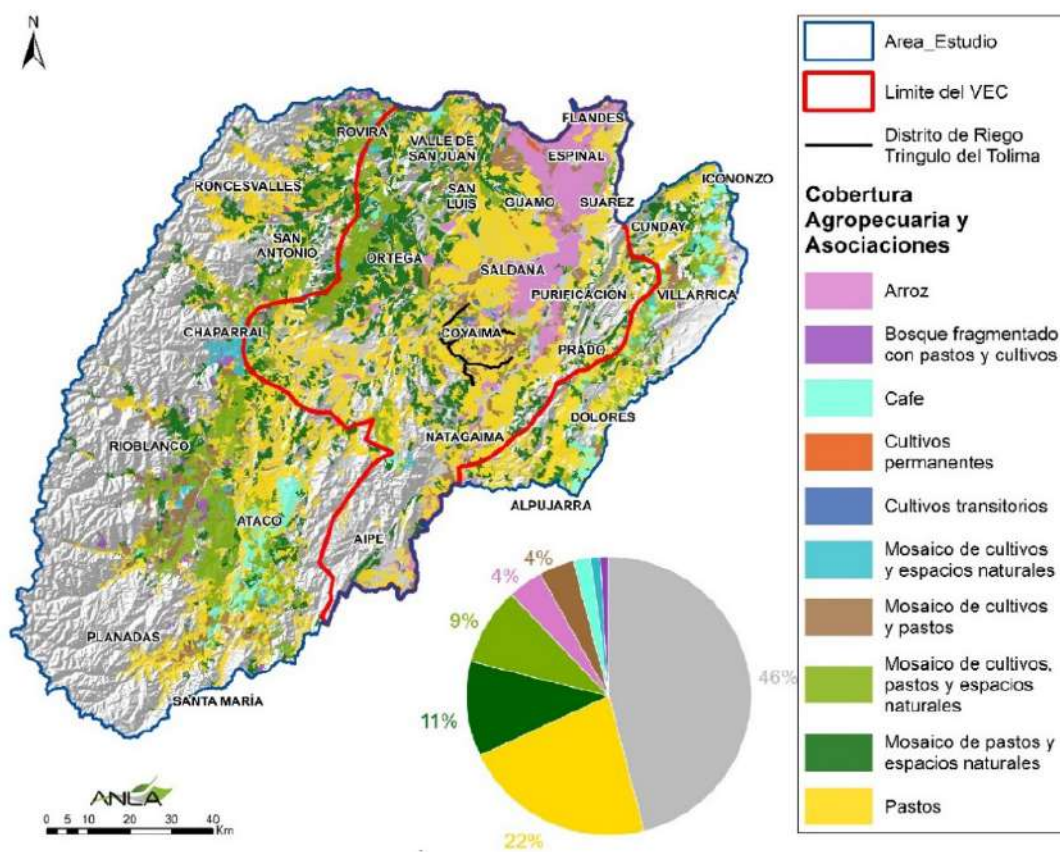
Las actividades del sector primario están basadas principalmente en el cultivo de arroz, café, algodón, cacao, frijol, cítricos, mango, maíz, aguacate y actividades pecuarias como avícolas y ganadería, que son una de las principales fuentes de ingreso PIB del departamento del Tolima (FAO & ADR, 2019).

Donde el arroz paddy y el café, constituyen las cadenas productivas más importantes del departamento (FAO & ADR, 2019). En caso del arroz es el sistema productivo más predominante en las zonas bajas del valle interandino tolimese, en el área de estudio se localiza en los municipios de Alpujarra, Chaparral, Coyaima, Espinal, Flandes, Guamo, Natagaima; Ortega, Prado, Purificación, Saldaña y San Luis. En cuanto al café la subregión Sur del departamento (Ataco, Chaparral, Río Blanco, Planadas) es la zona con mayor participación de área cosechada y producción (Gobernación del Tolima, 2019). Igualmente, en el área de estudio se destaca la cosecha y producción de cultivo de algodón y frutales como mango y cítricos en el valle cálido del Alto Magdalena, ubicado en la zona Centro de Tolima en los municipios de Espinal, Flandes, San Luis, Suárez, Guamo, Saldaña, Ortega y en los municipios de Coyaima y Natagaima del Sur del Tolima (Gobernación del Tolima, 2019).

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

En la Figura 69 se detalla las coberturas de la Tierra (IDEAM, 2017); donde el 46% de las coberturas corresponden a coberturas no agropecuarias, tales como áreas naturales y artificiales, seguido por las áreas de pastos. En tercer y cuarto lugar, las asociaciones de espacios naturales con áreas agropecuarias donde se desarrollan cultivos tales como el mango y los cítricos y finalmente se destaca la concentración de los cultivos de arroz en los sectores de Saldaña y Espinal y las zonas de café en la zona sur del Tolima.

Figura 69. Coberturas de la Tierra E1:100.000



Fuente: ANLA, 2020 adaptado de IDEAM, (IDEAM, 2017)

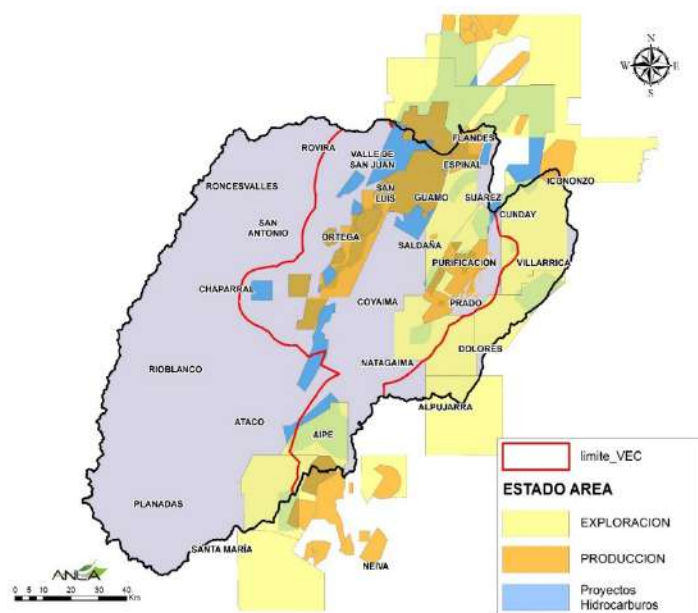
Adicionalmente en el área de estudio se encuentra el Distrito de Riego del Triángulo del Tolima (LAM1020) localizado en los municipios de Coyaima, Natagaima y Purificación. El proyecto tiene como objetivo la adecuación de tierras e incorporar a la producción agraria del país un total de 24.607 hectáreas netas con infraestructura adecuada de riego, drenaje, vías de acceso y modernas tecnologías de desarrollo agrícola. La ejecución del proyecto está dividida en tres fases, la primera corresponde a la construcción del sistema de conducción, la segunda la construcción de canales principales y la tercera la construcción de infraestructura de riego. A la fecha se han ejecutado las dos primeras fases. En el análisis de los VEC se abordará con más detalle las implicaciones del desarrollo de este proyecto.

6.2.3. Sector Hidrocarburos

De acuerdo con el mapa de áreas de interés de hidrocarburos a ofertar reportados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) para el 2021, no se tienen prospecciones de proyectos en la zona de estudio del presente reporte de análisis regional.

No obstante, de acuerdo con el mapa de tierras (01-06-20) de la ANH, dentro del área de estudio se encuentran 8 proyectos en fase de exploración y 33 en fase de producción que coinciden con la revisión del estado de licenciamiento de los proyectos en SILA (Figura 70). Adicionalmente, se encuentran en desmantelamiento 10 proyectos asociados a los expedientes LAM1547, LAM1800, LAM1970, LAM2082, LAM2537, LAM2796, LAM3457, LAM3620, LAM4065 y LAV0063-00-2015.

Figura 70. Inventario captaciones de agua subterránea.



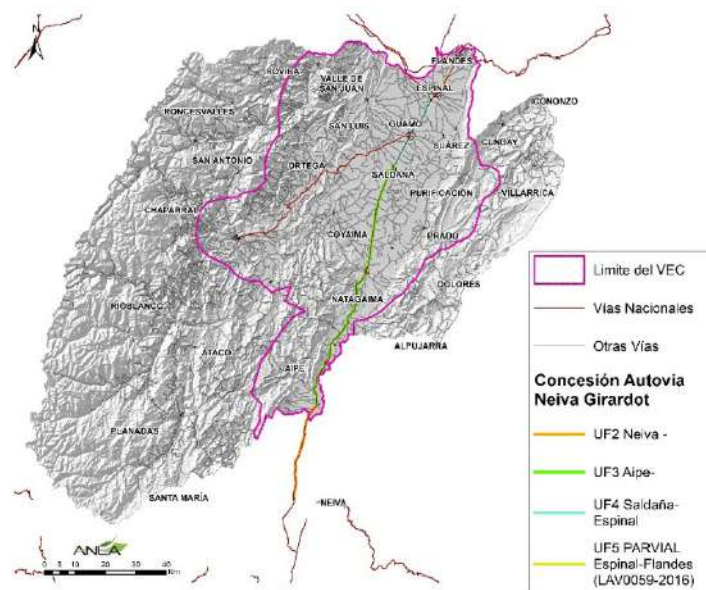
Fuente: ANLA, 2020, a partir de ANH 2020.

6.2.4. Sector Infraestructura

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Departamental “Tolima Nos Une” 2020-2023, el departamento cuenta con una red vial de 2.189,56 km, de los cuales se encuentran pavimentados el 44% que corresponde a 962,11 Km y el restante sin pavimentar que corresponden a 1.218,45 km (66%). Es de señalar que el desarrollo vial para este departamento se fundamenta en el tramo vial Cambao, cruce de Armero-Líbano-Murillo-Manizales, el cual contribuye progresivamente al desarrollo turístico en torno a los Nevados y el Anillo de desarrollo del Sur del Tolima, enmarcado en el Contrato Plan del Sur del Tolima que incluye el inicio de la obra de la vía Castilla-Coyaima (Gobernación del Tolima, 2020) y que beneficia directamente a los municipios de Ataco, Chaparral, Coyaima, Natagaima, Ortega, Planadas, Rioblanco, Roncesvalles y San Antonio.

Actualmente, en el área de estudio se encuentran en construcción las obras de las Unidades Funcionales del Proyecto Neiva-Espinal-Girardot (ver Figura 70), el cual buscará mejorar la conexión de Huila, Tolima, Putumayo, Nariño y Caquetá con el centro del país. Esta autopista hace parte de los proyectos 4G, tiene una longitud de 198,35 km y se encuentra a cargo de la sociedad AUTOVIA NEIVA GIRARDOT S.A.S. (ANI 2020).

Figura 71. Proyecto Infraestructura Vial: Neiva-Espinal-Girardot



Fuente. ANLA, 2020, adaptado de ANI, 2020.

Por otro lado, el departamento viene avanzando en el mejoramiento de la infraestructura de transporte que se ve reflejado en la línea Estratégica 1 del PDM 2020-2023, denominada “Infraestructura para el desarrollo”, que busca mejorar y mantener la infraestructura del transporte a través de acciones de mejoramiento y mantenimiento del transporte urbano-rural para la integración y competitividad del Departamento del Tolima, construcción, rehabilitación y /o mantenimiento de la infraestructura de puentes a cargo del Departamento y/o Municipios para la integración de la competitividad regional del Tolima, apoyo al desarrollo de la infraestructura vial en la ciudad de Ibagué, como capital del departamento del Tolima. Se ha previsto intervenir 1.090 km de infraestructura del transporte a cargo del departamento con mantenimiento periódico y/o rutinario. Adicionalmente, para el caso del sector rural se intervendrá en el cuatrienio 840 km de infraestructura del transporte rural.

6.1.5. Sector Energía

Según el Plan de Desarrollo Departamental “Tolima Nos Une” 2020-2023, uno de sus principales pilares es la sostenibilidad y donde se identifica como política para este periodo los “Territorios de conciencia ambiental”, se presenta el programa entornos para un desarrollo sectorial sostenible en el cual se contemplan proyectos de alternativas energéticas identificados y estructurados con energías renovables.

Figura 72. Proyectos de energía eléctrica actuales y proyectados



Tabla 36. Proyectos energéticos licenciados en el área del VEC

Fuente: ANLA, 2020

Caracterización proyectos futuros: Según el Plan energético nacional 2006-2025 se realizará un proyecto de expansión energético (SURBOGO 500kV) el cual se encuentra dentro de la zona definida como VEC – (Figura 72).

6.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

6.3.1. Identificación de los VEC

Los impactos ambientales acumulativos son 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.

Para el área de estudio se seleccionó el Recurso Hídrico como el VEC, con tres atributos para su análisis: Fuentes abastecedoras de acueductos municipales con alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en temporada seca, vertebrados semiacuáticos amenazados (tortuga y nutria) y sistemas socio-productivos de comunidades étnicas y campesinas. El VEC elegido se encuentra articulado con el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del Tolima: Ruta Dulima (CORTOLIMA, 2018), el cual identifica el recurso hídrico, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, y la seguridad alimentaria como las dimensiones prioritarias para el desarrollo de acciones estratégicas orientadas a reducir el riesgo por cambio climático en el departamento.

Figura 73. VEC identificados en el área de estudio

Componente ambiental y social valorado: Recurso Hídrico



Fuente: ANLA, 2020

Para el análisis de los proyectos actuales y futuros previsibles se procedió a extrapolar las potenciales categorías de impactos significativos que se pudieran presentar con base en información genérica de la ANLA de su ejercicio de Jerarquización de Impactos Ambientales del 2019; a partir de esta información se realizó un análisis de interacción de impactos mediante la construcción de una matriz que permitió relacionar los VEC y los POA (Lonsdale, Nicholson, Judd, Elliott, & Clarke, 2020). Para el caso del cultivo de arroz, actividad que no se encuentran enmarcadas en licenciamiento ambiental, se procedió a la identificación de los impactos ambientales que se presentan en las etapas de siembra-crecimiento y cosecha-postcosecha, los cuales fueron homologados a las categorías del ejercicio de jerarquización de Impactos de la ANLA y finalmente, fueron incluidos en la matriz de interacción.

A partir de la matriz de interacción VEC vs POA se encontró que las fases de construcción y operación de proyectos, obras o actividades tienen la mayor frecuencia de categorías de impactos a comparación de la fase de desmantelamiento y abandono. Los subsectores de minería (77%), hidroeléctricas (75%), explotación de hidrocarburos (74%) y distrito de riesgo (69%) presentaron las mayores interacciones en la fase de construcción. En la fase de operación los subsectores: Explotación de Hidrocarburos (58%) y minería (68%) tuvieron las mayores interacciones del VEC con respecto a las categorías de impacto asociadas al POA.

A partir de la matriz de interacción VEC vs. POA fue posible establecer a partir de frecuencias las potenciales categorías de impactos que se pueden acumular en el área del VEC, las cuales se presentan en la **Tabla 37**.

Tabla 37. Potenciales categorías de impactos acumulativos en el VEC: Hídrico

VEC: Recurso Hídrico		
Atributo 1: Fuentes abastecedoras de acueductos con alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en temporada seca	Atributo 2: Vertebrados semiacuáticos amenazados (tortuga y nutria)	Atributo 3: Sistemas socio-productivos de comunidades étnicas y campesinas
Alteración a la calidad del suelo por cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Alteración a comunidades de fauna terrestre
Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Alteración a comunidades de flora	Alteración a la calidad del aire
Alteración a ecosistemas acuáticos	Alteración a ecosistemas acuáticos	Generación y/o alteración de conflictos sociales
Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo.		Alteración a ecosistemas terrestres
Generación y/o alteración de conflictos sociales		Alteración de las condiciones geotécnicas

Fuente: ANLA, 2020

6.3.2. Determinar la condición actual de los VEC y las potenciales afectaciones por impactos acumulativos

El **VEC: Recurso hídrico**, tiene asociado los siguientes tres atributos, a los cuales se les define su condición actual y las potenciales afectaciones por impactos acumulativos generados por confluencia de POA.

Atributo 1. Fuentes abastecedoras con alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en temporada seca.

El Plan de Acción de la Política Nacional de Cambio Climático, definido como instrumento de Planificación y Gestión en la Ley 1931 de 2018, establece que se debe priorizar las cuencas con mayor vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico para promover su conservación y restauración, ya que proveen servicios ambientales que favorecen la adaptación al cambio climático de los sistemas socioeconómicos.

Cabeceras municipales

En el área del VEC existen 15 de las 18 cabeceras municipales susceptibles al desabastecimiento en temporada seca, identificadas por el IDEAM en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010a): Ataco, Chaparral, Natagaima, Coyaima, Prado, Purificación, Ortega, Saldaña, Guamo, Suárez, Espinal, San Luis, Valle de San Juan, Rovira y Flandes (Tabla 38). De las cuales el 73% de las cabeceras tienen una Media potencialidad de uso aguas subterráneas y Rovira presenta una Baja potencialidad de uso aguas subterráneas.

Dentro de las causas de los problemas de desabastecimiento se encuentran reducción de caudales de la fuente abastecedora, déficit de precipitación y deficiencia en la infraestructura (IDEAM, 2010a). El 87% de las cabeceras se abastecen de fuentes superficiales y el resto corresponde a tipo mixto (superficial y subterráneo).

En cuanto a la potencialidad de recarga de las aguas subterráneas, se encontró que el 53% de las 15 cabeceras municipales susceptibles al desabastecimiento tienen baja potencialidad de recarga, esto debido principalmente a su litología poco permeable, materiales arcillosos con intercalaciones de arenas de grano muy fino. Entre los cuales está Coyaima, Natagaima, Ortega, Prado, Purificación, Saldaña, San Luis y Suarez. Por otro lado, se estima una potencialidad de recarga media del 27 % y alta del 20 % (IDEAM, 2019).

Tabla 38. Fuentes abastecedoras de acueductos con alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en temporada seca

Cabecera municipal	SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Clasificación de fuente de abastecimiento	Potencialidad de uso aguas subterráneas	Potencialidad de recarga de agua subterránea	Riesgo cambio climático - Dimensión recurso hídrico
Ataco	2203	Medio Saldaña	Quebrada Paipita y tres (3) Pozos profundos	Mixto	Media	Media	Medio
Chaparral	2206	Río Tetuín, río Ortega	Río Amoyá	Superficial	Media	Media	Medio

INSTRUMENTO DE REGIONALIZACIÓN

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales

Cabecera municipal	SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Clasificación de fuente de abastecimiento	Potencialidad de uso aguas subterráneas	Potencialidad de recarga de agua subterránea	Riesgo cambio climático - Dimensión recurso hídrico
Coyaima	2208	Bajo Saldaña	Río Magdalena	Superficial	Media	Baja	Alto
Espinal	2118	Río Luisa y otros Directos al Magdalena	Río Coello	Superficial	Media	Alta	Alto
Flandes	2118	Río Luisa y otros Directos al Magdalena	Río Magdalena	Superficial	Media	Alta	Alto
Guamo	2208	Bajo Saldaña	Río Luisa	Superficial	Media	Alta	Alto
Natagaima	2113	Río Aipe, río Chenche y otros Directos al Magdalena	Río Anchique	Superficial	Media	Baja	Alto
Ortega	2206	Río Tetuín, río Ortega	Quebrada Anaba	Superficial	Media	Baja	Medio
Prado	2116	Río Prado	Quebrada Mojaco, Chonto, Miravalles, El Coco, Quebrada La Enramada, El Papayal, Madroñal, Cocorinto	Superficial	Media	Baja	Alto
Purificación	2113	Río Aipe, río Chenche y otros Directos al Magdalena	Río Magdalena	Superficial	Media	Baja	Alto
Rovira	2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	Río Luisa	Superficial	Baja	Media	Alto
Saldaña	2208	Bajo Saldaña	Pozo 1 Planta o Pila Pública, Pozo 5 Subestación, Pozo 3 Mirador Palmar, Río Saldaña	Mixto	Media	Baja	Alto
San Luis	2207	Río Cucuana	Quebrada El Cobre y Río Luisa	Superficial	Alta	Baja	Alto
Suárez	2115	Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz	Quebrada Batatas	Superficial	Alta	Baja	Alto
Valle de San Juan	2118	Río Luisa y otros Directos al Magdalena	Quebrada La Liga	Superficial	Alta	Media	Alto

Fuente: ANLA, 2020 adaptado de IDEAM -ENA (2019) - IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, (2017)

Por otra parte, según datos del Estudio Nacional del Agua del 2018, el área del VEC presenta fragilidad para mantener la oferta hídrica en temporada seca, lo cual significa un alto potencial de riesgo de desabastecimiento, lo que afectaría el suministro de agua para los acueductos municipales y veredales; principalmente en las cuenca hidrográficas del Bajo Saldaña y, Río Luisa (IVH: muy alto), la cual cuenta con 27 microcuencas abastecedoras de acueductos municipales y veredales de Espinal, Flandes, Guamo, San Luis, Rovira y Valle de San Juan (CORTOLIMA, 2017). Sumado a lo anterior, el estudio de Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático en Colombia (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA,

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

2017), establece que el 73% de las cabeceras municipales presentan un riesgo Alto en la dimensión de recurso hídrico por cambio climático.

La situación evidenciada demuestra la necesidad de adelantar estrategias dirigidas a la conservación del recurso hídrico superficial de las fuentes abastecedoras presentes en el área del VEC, así como de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Otras fuentes abastecedoras

Teniendo en cuenta la información suministrada por CORTOLIMA (2020), en los municipios que se encuentran dentro del área delimitada para el VEC se identificaron 75 concesiones de agua superficial para usos en necesidades individuales, las cuales tienen asociadas el mayor caudal autorizado y la mayor cantidad de puntos, seguida del consumo humano colectivo, siendo los beneficiarios las Juntas de Acción Comunal y algunos Resguardos (Tabla 39). En cuanto a las fuentes hídricas, estas se localizan principalmente en pequeñas quebradas sin nombre (de acuerdo con la Cartografía IGAC a escala 1:25.000) y el río Magdalena (Tabla 40).

Tabla 39. Distribución de concesiones autorizadas por CORTOLIMA por tipo de uso

Tipo de uso	Suma de caudal otorgado (L/s)	No. De puntos autorizados
Necesidades individuales	10668,6	43
Consumo humano colectivo	493,3	17
Usos agropecuarios y acuicultura	327,2	7
Usos industriales o manufactureros	35,9	6
Usos recreativos	1,3	2
TOTAL	11526,4	75

Fuente. ANLA, 2020 adaptado de CORTOLIMA.

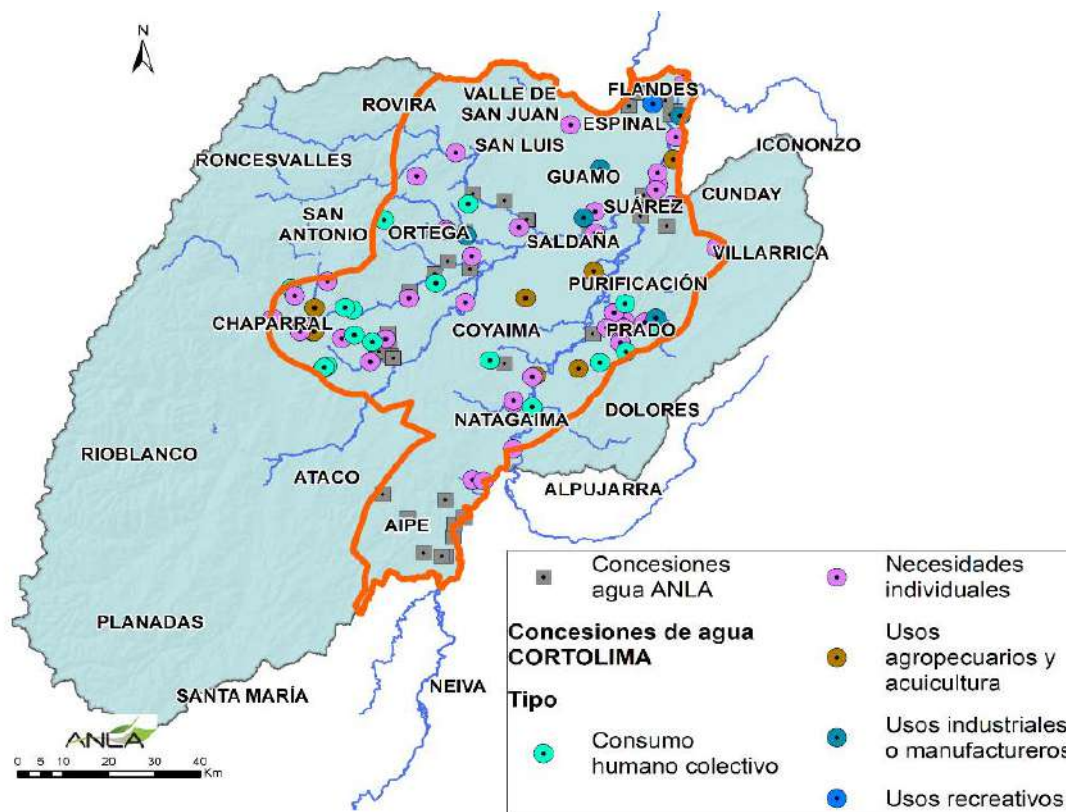
Tabla 40. Corrientes hídricas con más permisos de concesión autorizados por CORTOLIMA

Nombre cuerpo de agua	No. De puntos autorizados
Quebradas Sin Nombre	15
Río Magdalena	9
Río Ortega	3
Quebrada El Calabozo	2
Quebrada Guaduas	2

Fuente. ANLA, 2020 adaptado de CORTOLIMA.

En la Figura 74 se presenta la distribución espacial de las concesiones, donde se observa que la mayoría de los puntos autorizados se localizan en jurisdicción de los municipios de Chaparral, Prado y Ortega.

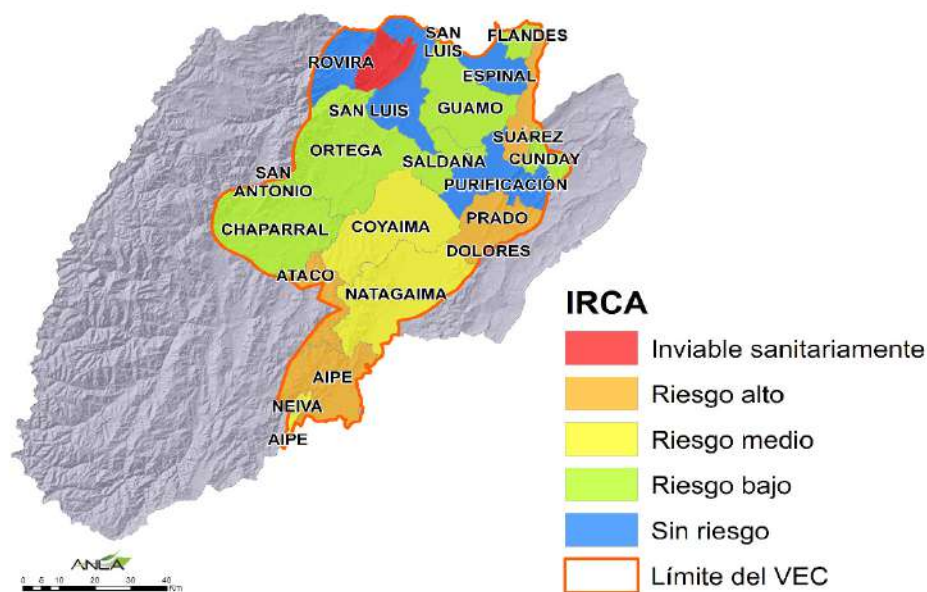
Figura 74. Localización de las concesiones de agua superficial autorizadas por la ANLA y CORTOLIMA en el área del VEC



Fuente. ANLA, 2020 adaptado de CORTOLIMA

Por otra parte, de acuerdo con el Informe Nacional de la Calidad del Agua para el consumo humano – INCA 2017 (Minsalud 2019), el Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano (IRCA) mediante el cual se mide el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas que requiere el agua para consumo humano, establece que el departamento del Tolima presentó un grado de riesgo medio, el cual según la Resolución No. 2115 de 2007 expedida por el o los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, artículo 15 indica que el agua no es apta para consumo humano. En la Figura 75 se presenta el consolidado del nivel de riesgo para cada uno de los municipios (zona urbana y zona rural) que hacen parte del área de análisis del VEC. El municipio del Valle de San Juan presentó un nivel de IRCA inviable sanitariamente, mientras que municipios como Espinal, Purificación, Rovira y San Luis, presentaron un IRCA sin riesgo, es decir, agua apta para consumo humano.

Figura 75. Niveles de Riesgo IRCA en el área del VEC



Fuente: ANLA, 2020 adaptado del INCA - 2017, 2019

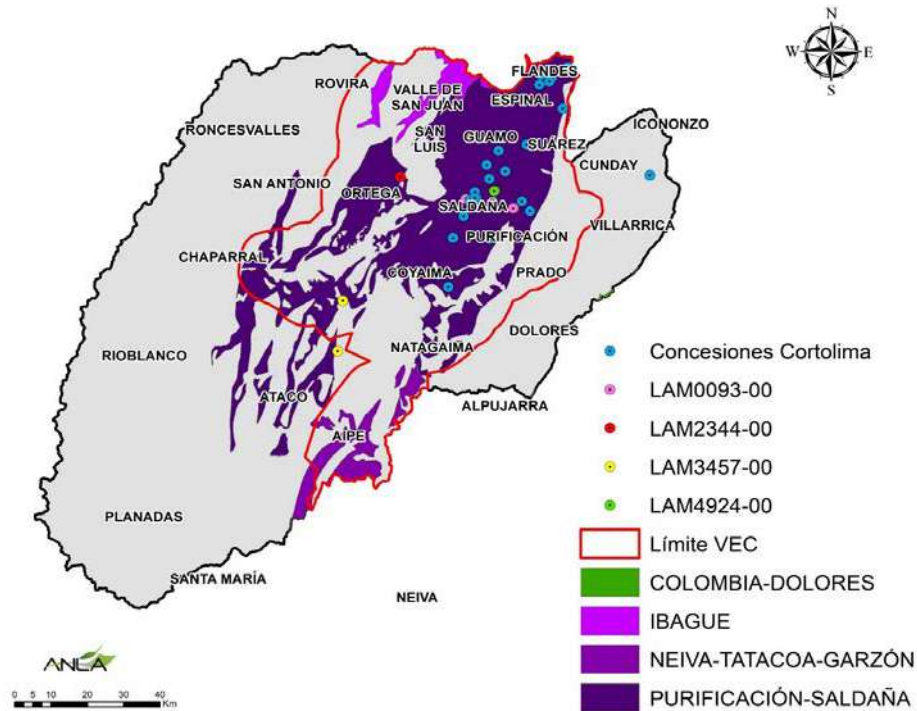
En relación a las aguas subterráneas se realizó una delimitación espacial del Sistema Acuífero Purificación Saldaña (SAM2.2), Ibagué (SAM2.1) y Neiva-Tatacoa-Garzón (SAM2.3) (Figura 76) con base en lo descrito en el Estudio Nacional del Agua 2019 (IDEAM, 2010a). Referente al estado de licenciamiento ambiental, se identifica que sobre el área definida como VEC se cuenta con 28 áreas licenciadas del sector de hidrocarburos, 3 de minería y 2 de energía, por otro lado, en cuanto a los proyectos lineales se tienen licenciados, 9 proyectos de hidrocarburos, 6 infraestructura y 4 del sector de energía.

De acuerdo con la información suministrada por CORTOLIMA (2020), se identificaron 23 concesiones de agua subterránea dentro del área de estudio con un total de caudal otorgado de 78,9 l/s, los cuales están localizados principalmente en el Sistema Acuífero Purificación-Saldaña. Los municipios con mayor caudal otorgado son Saldaña con 39,76 l/s, el Guamo con 16,31 l/s, Purificación con 9,27 l/s, Flandes con 6,7 l/s, Coyaima con 5,17 l/s y por último Cunday con 1,69 l/s.

Por otro lado, en cuanto a los permisos otorgados que son competencia de la ANLA, se tiene un caudal otorgado de 6 l/s de proyectos ANLA (LAM3457-00 y LAM4924-00) y de 170 l/s otorgados por la corporación, pero que igualmente hacen parte del seguimiento (LAM0215-00, LAM2344-00 y LAM0093-00).

A pesar de que el mayor número de concesiones otorgadas se encuentran captando el sistema acuífero Purificación-Saldaña, este volumen concesionado no representa una presión sobre el recurso hídrico subterráneo (Figura 76).

Figura 76. Localización de las concesiones de agua subterránea autorizadas por CORTOLIMA



Fuente. ANLA, 2020.

Potenciales impactos acumulativos

Conforme a los resultados de la matriz de interacción VEC vs POA, por el desarrollo de múltiples POA actuales, futuros propuestos y/o previstos tanto de competencia de la ANLA como de autoridades ambientales competentes, se podrían generar impactos acumulativos en las fuentes abastecedoras de acueductos municipales y veredales, los cuales se presentan en la Tabla 41.

Tabla 41. Potenciales impactos acumulativos en fuentes abastecedoras

Categoría de impacto ambiental	Potencial afectación
Alteración a la calidad del suelo por cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas	Cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo afectan la retención de humedad del suelo, situación que incrementa la escorrentía superficial que llega a los cauces cargada de sedimentos y que afecta la calidad del agua.
Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Cambio en las características físicas, químicas, microbiológicas e hidrobiológicas de las aguas superficiales como consecuencia del incremento de la carga de sedimentos provenientes de la erosión, así como por la presencia de vertimientos sin tratamiento.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

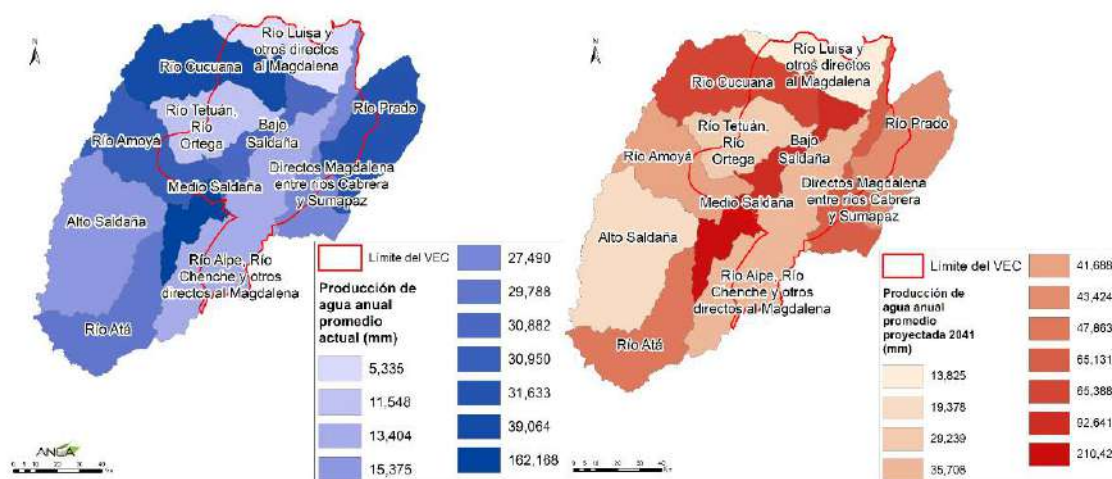
Categoría de impacto ambiental	Potencial afectación
Alteración a ecosistemas acuáticos	Cambio en los ecosistemas acuáticos como consecuencia de la interacción de múltiples POA que podrían generar: i) Cambios en la estructura, función y composición, ii) Cambio en la conectividad ecológica, entre otras. Situación que afecta la integridad biótica del ecosistema acuático.
Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo.	Reducción de la oferta hídrica en cuencas hidrográficas abastecedora debido a múltiples extracciones.
Generación y/o alteración de conflictos sociales	Conflictos por cambio en el acceso, uso, distribución y conservación del recurso hídrico.

Fuente. ANLA, 2020

Los potenciales impactos acumulativos podrían verse magnificados por la variabilidad climática y los efectos del cambio climático. Mediante el modelo hidrológico del programa de evaluación de servicios ecosistémicos InVEST (acceso libre) fue posible identificar tendencias de cambio en el escenario 2041, con un aumento promedio respecto a los registros actuales del 35% en precipitación anual, y aumentos promedio de aproximadamente el 10% en la evapotranspiración potencial de referencia, siendo las cuencas del río Luisa y Prado las que tendrían las mayores tasas de evapotranspiración.

Respecto a la evolución de la disponibilidad de agua en las cuencas analizadas, los cambios entre la producción de agua anual y proyectada han mostrado importantes ascensos en el escenario futuro (Figura 77). Las áreas con las tendencias más positivas se localizan en la SZH del Bajo Saldaña y río Cucuana. Sin embargo, esto no limita que los fenómenos extremos asociados a la variabilidad climática puedan presentarse. Es decir, aunque la tendencia exprese un aumento de precipitación bajo escenarios de cambio climático, se pueden presentar eventos de sequía como consecuencia de las anomalías climáticas (CORTOLIMA, 2018); además, aunque en la región se ha venido presentado un ligero incremento de la precipitación anual también se ha reducido el número de días con precipitación (en menos días, más precipitación) (CORTOLIMA & Universidad Nacional de Colombia, 2015).

Figura 77. Representación de la disponibilidad hídrica en la zona de estudio

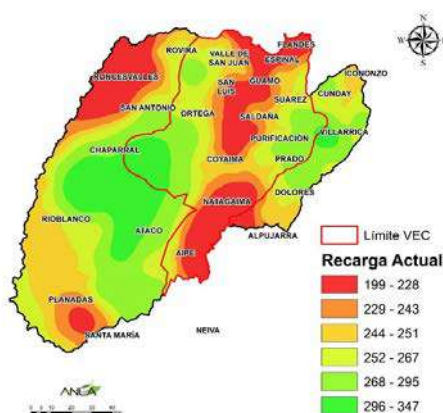


Fuente: ANLA, 2020

Por otra parte, a partir de los escenarios de cambio climático propuestos por el IDEAM (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, 2015), se realizó un análisis conceptual de las estimaciones de la recarga potencial basado en datos hidroclimáticos para el escenario 2040. Para evaluar la recarga en el escenario actual (Figura 78) se tomaron datos actualizados de precipitación del IDEAM y se realizó el cálculo basado en la ecuación empírica de Cheetuvedi (Shina y Sharma, 1988. Citado en la Guía Metodológica para la Formulación de PMAA del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

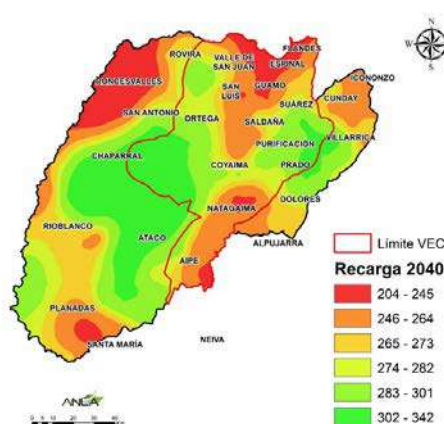
Es así como a partir de los cálculos realizados se concluye que, bajo el escenario de cambio climático para el año 2040, la recarga potencial de los acuíferos tendrá un aumento generalizado de un 7,7%, especialmente en los municipios de Purificación, Prado, Chaparral, Ayaco, Ortega y Coyaima. Cabe mencionar que, si bien se estima un incremento en la precipitación para el escenario 2040 (Figura 79), la potencialidad de recarga de aguas subterráneas es baja en estos municipios por lo que representa una alerta a la disponibilidad del recurso hídrico para dicho escenario. De allí surge la importancia de priorizar zonas de protección de los acuíferos y de la conservación y protección de las zonas de recarga asociadas a los depósitos aluviales recientes y a los depósitos de Abanicos del Guamo y Espinal.

Figura 78. Recarga potencial actual



Fuente: ANLA, 2020

Figura 79. Recarga potencial 2040



Fuente: ANLA, 2020

Atributo 2. Vertebrados semiacuáticos amenazados (tortuga y nutria)

A partir de la dinámica faunística se identificaron dos especies de vertebrados semiacuáticos que tienen una alta asociación con el recurso hídrico, la nutria (*Lontra longicaudis*) y la tortuga del río Magdalena (*Podocnemis lewyana*). La sobrevivencia de estas dos especies, ambas con categoría de amenaza a nivel nacional y global (ver Tabla 33), dependen de la cantidad y la calidad de los ecosistemas acuáticos que brindan las condiciones idóneas relacionadas con la disponibilidad de alimento y de refugio, principalmente.

Lontra longicaudis (Nutria de agua)

La nutria (*Lontra longicaudis*) es de gran importancia para la conservación de los ríos y sus ecosistemas debido a su rol como predador en la parte alta de la cadena alimenticia, razón por la cual su presencia

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

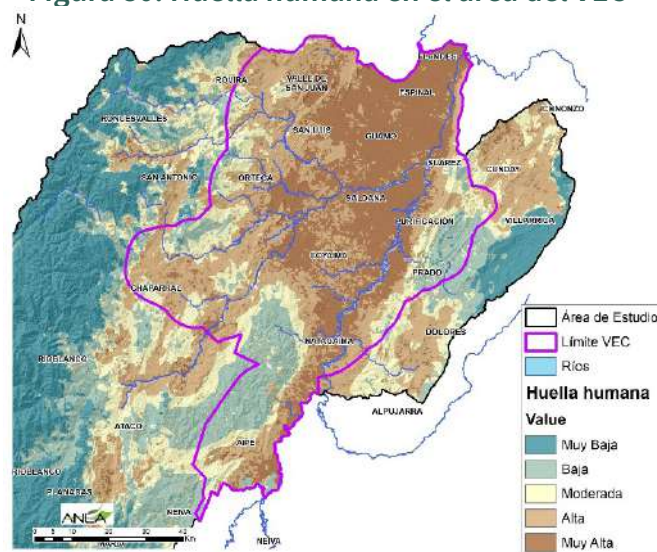
Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

mantiene las dinámicas ecológicas naturales y la biodiversidad local. Adicionalmente, esta especie requiere de grandes extensiones de territorio, docenas de kilómetros de hábitats riparios y depende de las condiciones fisicoquímicas del agua para poder establecer una población viable, cualquier modificación en alguna de estas características puede afectar considerablemente las poblaciones de las nutrias y reducir la diversidad local (Rheingantz, de Menezes, & de Thoisy, 2014). Según (Botero-Botero, Correa-Viana, Torres-Mejía, Utrera, & Kattan, 2016), quienes caracterizaron la dieta de la especie para el río La Vieja en el Alto Cauca, la nutria prefiere áreas con mejor cobertura forestal y bien conservadas en inmediaciones del cauce, donde encuentra refugio y se alimenta de peces de hábitos lentos, con preferencia sobre las especies bentófagas de la familia Loricariidae.

La alta intervención de los ecosistemas riparios en las zonas bajas del área de estudio y la presión constante sobre el recurso hídrico hace que las nutrias sean vulnerables, debido a que son poblaciones limitadas por su distribución unidimensional relacionada con la extensión lineal de su hábitat (Botero-Botero et al., 2016). Los cursos de agua, como ríos y quebradas de montaña, son susceptibles a múltiples alteraciones, entre ellos la alteración en la vegetación ribereña y de laderas (Botero-Botero et al., 2016), relacionado, a su vez, con el aumento de la frontera agrícola; sin embargo, existen otros factores como la minería y la sobrepesca, los cuales han reducido notablemente las áreas de distribución de la nutria (Ministerio, 2016). Estas alteraciones pueden afectar a las nutrias de manera directa, o indirectamente a través de la red trófica (algas perifíticas-insectos acuáticos-peces) (Botero-Botero et al., 2016).

Según el análisis de la huella humana presentado por el IAVH en 2018 (escala 1:100.000), el 72,56% (468.250,1 ha) del área del VEC se encuentra en categoría *Muy alta* y *Alta* de intervención (Figura 80), lo cual se relaciona directamente con la afectación en diferentes procesos ecológicos, particularmente en la conectividad ecológica, la dispersión de las especies y los flujos genéticos. Según los resultados obtenidos en el análisis de conectividad ecológica (ver 5.3.2.3), alrededor del 59% de los fragmentos de bosque natural y seminatural que se encuentran inmersos en el área seleccionada para el VEC tienen un grado de fragmentación entre *Muy Bajo* a *Moderado*; sin embargo, estos ecosistemas ocupan solo el 10,8% (70.241,02 ha) del total del área del VEC (645.315,61 ha) (Figura 81). Por tanto, es necesario mantener esta condición estructural de los bosques remanentes para garantizar la conservación de las poblaciones de nutria a largo plazo, especialmente en los localizados en los municipios del Guamo, San Luis, Chaparral, Prado y Purificación.

Figura 80. Huella humana en el área del VEC



Fuente: IAVH, 2018

[illegible]

Según datos del Estudio Nacional del Agua del 2018, el área del VEC presenta fragilidad para mantener la oferta hídrica en temporada seca, lo cual significa un alto potencial de riesgo de desabastecimiento (IDEAM, 2019), tanto para el uso humano como para las especies que dependen del recurso hídrico para desplazarse y alimentarse. Adicionalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos por Botero-Botero et al., (2016), se observa una significativa reducción del hábitat potencial útil de la especie, debido a la contaminación de los cauces, disminución y fragmentación de los bosques ribereños, extracción de material de arrastre y pesca con dinamita y barbasco. Por lo anterior, es de vital importancia que los proyectos de infraestructura presentes en el área de estudio generen sus proyectos de compensación por pérdida de biodiversidad o de inversión de no menos del 1% en zonas ribereñas, con el fin de favorecer la conectividad de estos ecosistemas y facilitar así el desplazamiento de los individuos entre los diferentes cuerpos de agua presente en la zona de estudio.

La dispersión de los individuos de la especie se da principalmente por el cauce, sin embargo, en ocasiones puede cruzar áreas terrestres para alcanzar otros ríos, siempre y cuando el hábitat favorezca esos cruces por fuera del agua (Botero-Botero et al., 2016). Según los hallazgos de (Prenda, Lpez-Nieves, & Bravo, 2001) la nutrias pueden desplazarse por zonas aledañas al río, pero deben ser hábitats con vegetación favorable. En el área de estudio, debido al alto grado de intervención se dificulta el desplazamiento de los animales a través de hábitats terrestres y la dispersión probablemente ocurre principalmente utilizando los cuerpos de agua. La fuerte intervención antrópica en los cuerpos de agua son el principal factor de fragmentación y discontinuidad del paisaje, lo que puede llegar a impedir el flujo de los individuos entre estos afluentes.

Podocnemis lewyana (Tortuga del río Magdalena)

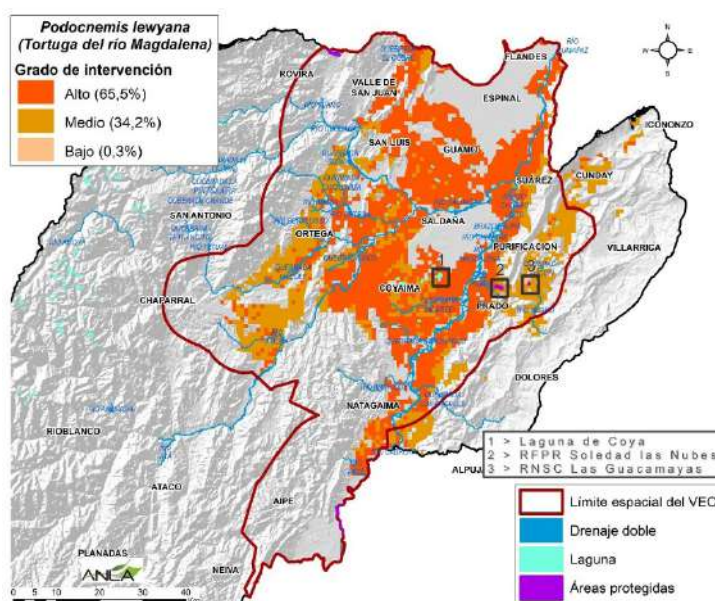
La cuenca alta del río Magdalena ha sido priorizada como una “Unidad de manejo demográficamente independiente” para la tortuga del río Magdalena, debido a su baja variabilidad genética resultante de su dinámica poblacional y los cuellos de botella originados por actividades humanas (Vargas-Ramírez, Stuckas, Castaño-Mora, & Fritz, 2012)

(1. Adicionalmente, la pérdida y deterioro de su hábitat, sumado a la sobreexplotación y los cambios hidrológicos, representan una amenaza importante para la conservación de la especie (Morales-Betancourt et al., 2015).

El 39% (2.504,19Km²) del área definida como el límite del VEC, tiene las condiciones bioclimáticas idóneas para la distribución potencial de la tortuga del río Magdalena. Dentro de esa distribución potencial, se identificaron 33 sistemas lagunares, entre ellos la Laguna de Coya, la cual cuenta con un PMA cuyo objetivo es “establecer medidas, estrategias y acciones necesarias para fomentar la conservación *in situ*, uso racional sostenible, evitar la degradación y potenciar algunas funciones del humedal...” (Enrique & Rodríguez, s.f.). Adicionalmente, existen dos áreas protegidas, la RFPR Soledad las Nubes y la RNSC Las Guacamayas, las cuales cubren menos de 1 Km² de la distribución potencial de la tortuga; es decir, existen vacíos de conservación en el rango de distribución potencial de la especie.

El 65,5% (1.640,88 Km²) de la distribución potencial se encuentra con un grado de intervención alto y el 34,2% (855,63 Km²) con un grado de intervención medio (Figura 82); es decir, el hábitat ha sido altamente modificado y además, la intervención ha ocurrido desde la década de los 70's (Correa Ayram et al., 2020). Estas zonas con mayor alteración se localizan sobre los ríos Magdalena, Ortega, Saldaña y Prado; en los municipios de San Luis, Guamo, Suárez, Ortega, Saldaña, Coyaima y Natagaima. Precisamente, la Laguna de Coya se localiza sobre un alto grado de intervención, como lo evidencia la caracterización realizada en el PMA, donde se registraron familias de comunidades biológicas indicadoras de mala calidad del agua y las áreas protegidas sobre un grado de intervención medio, de allí su importancia para incluir acciones concretas enfocadas hacia la conservación de la tortuga.

Figura 82. Condición de la distribución potencial de la Tortuga del río Magdalena (*Podocnemis lewyana*), en relación con el grado de intervención por el Índice de Huella Humana, en el Centro y Sur del Tolima

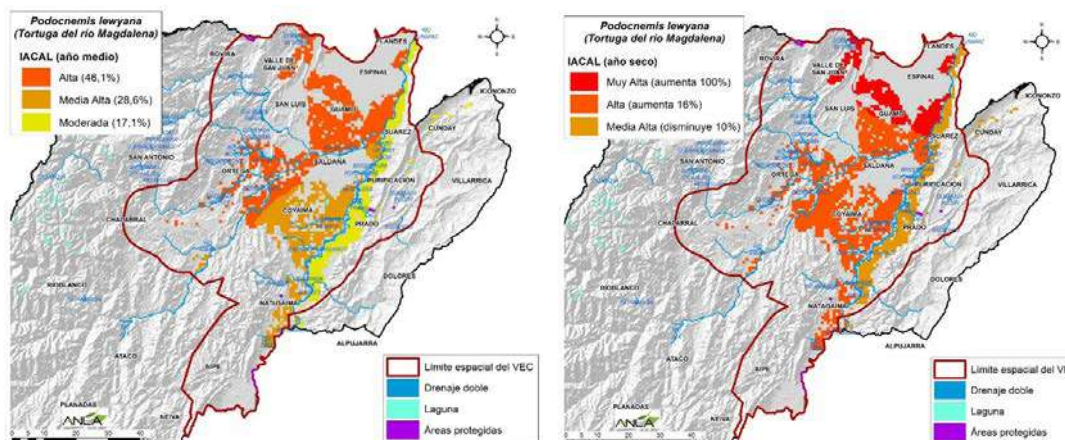


Fuente: ANLA (2020). Con información de Correa Ayram et al. (2020)

De acuerdo con Páez et al. (2016), la contaminación del recurso hídrico y las zonas de playas que son usadas por las tortugas para su reproducción, es un factor importante que influye en la disminución poblacional de esta especie. Para tener una aproximación sobre la magnitud de esta amenaza, se analizó el índice de alteración potencial de la calidad (IACAL) del recurso hídrico en un año medio, modelo que determina la “presión potencial por carga contaminante -DBO5, DQO, SST NT, OT-” (IDEAM, 2019a) (Figura 83b). El análisis se realizó sobre aquellas zonas identificadas con un alto nivel de intervención (mayor proporción), de manera tal que el 92% de esa área tiene una condición con un potencial de contaminación por vertimientos entre *Moderada* y *Alta*. La condición *Alta* se identificó en los municipios del Valle de San Juan, Guamo y Ortega; la condición *Media Alta* en los municipios de Coyaima y Natagaima; y la condición *Moderada* en los municipios de Suarez, Purificación y Prado.

El escenario es más preocupante en el modelo de un año seco, donde el IACAL en los municipios del Valle de San Juan y Guamo tiene una condición *Muy Alta* que, junto con la condición *Alta*, representan más del 80% de la distribución potencial con alta intervención (Figura 83c). Adicionalmente, los niveles de O₂ disuelto, relacionados de manera directa con la abundancia de la tortuga en el río Prado, disminuyen en la época seca (julio y agosto) al aumentar la temperatura y reducirse el caudal de los ríos, lo cual también afecta la calidad del recurso hídrico (González-Zárate, Montenegro, & Castaño-Mora, 2011) in sites with permanent presence of turtles (PPT).

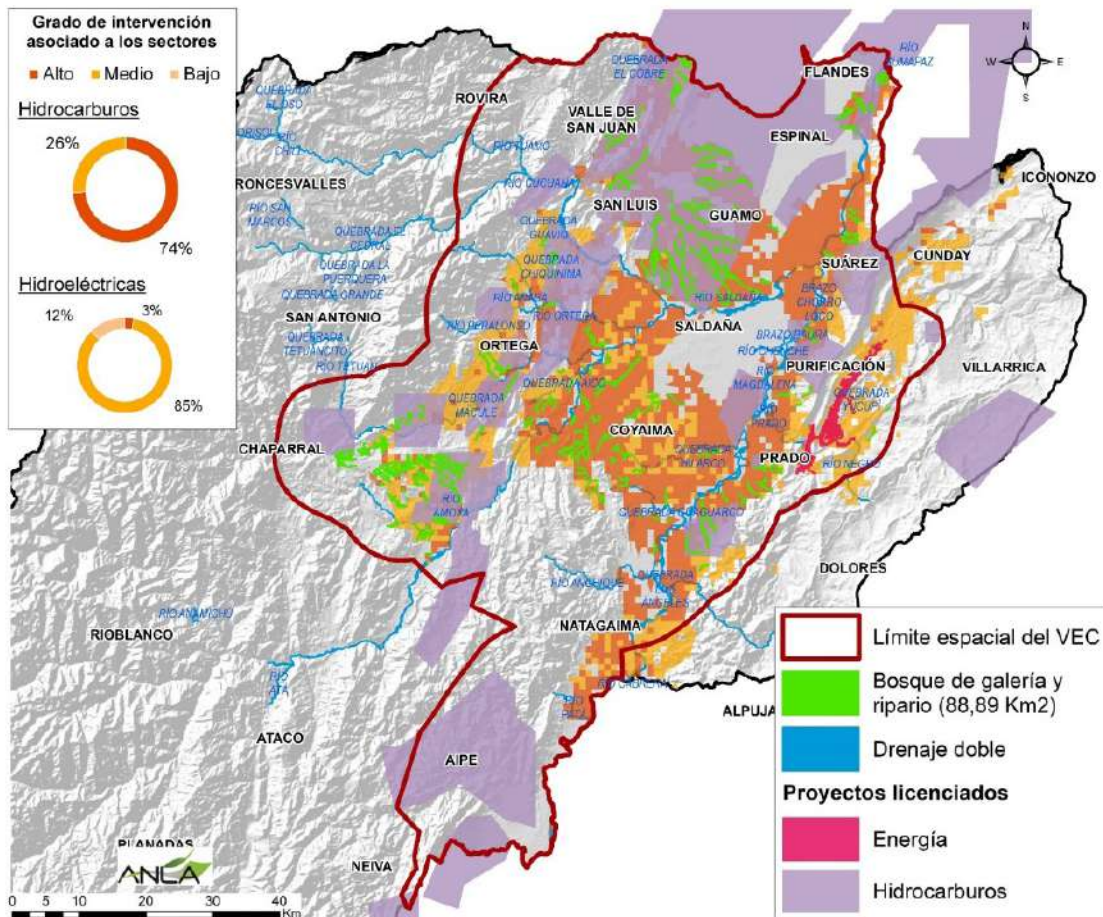
Figura 83. Condición de la distribución potencial de la Tortuga del río Magdalena (*Podocnemis lewyana*) en relación con el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua en un año medio (izquierda) y un año seco (derecha), en el Centro y Sur del Tolima



Fuente: ANLA (2020). Con información de IDEAM (2019)

En relación con los sectores, los proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos cubren 793,11 Km² (32%) de la distribución potencial de la Tortuga del río Magdalena, la mayoría sobre la distribución que presenta alta intervención. Al respecto, cabe resaltar que hasta la fecha el volumen de aprovechamiento forestal otorgado a los proyectos de hidrocarburos que se cruzan con la distribución de la tortuga es de 6.752,3 m³; sin embargo, se desconocen las principales especies sobre las cuales se realizó el aprovechamiento real, información necesaria para conocer la presión sobre el hábitat ya que es una especie herbívora que depende de la calidad de los bosques riparios (González-Zárate et al., 2011). Entre tanto, el sector de hidroeléctricas (Central Hidroeléctrica Hidroprado) cubre el 31,01 Km² (1%) de la distribución potencial; sin embargo, González-Zárate et al. (2014) registran que en el río Prado se encuentra “la única población conocida en el límite sur de su rango de distribución natural”; por lo tanto, aunque la hidroeléctrica se localiza sobre una zona con intervención media, las medidas de manejo (Ficha de Manejo: FM-23 Protección y conservación de las especies amenazadas del Área de Influencia Directa para la etapa de operación: Evaluación Poblacional de Fauna y Análisis multitemporal de poblaciones de fauna amenazada y/o endémica para la Central Hidroeléctrica de Prado), y su respectivo seguimiento, deben estar dirigidas a garantizar la conservación de la especie a largo plazo (Figura 84).

Figura 84. Relación de los sectores objeto de licenciamiento por la ANLA con la distribución potencial de la Tortuga del río Magdalena (*Podocnemis lewyana*) en el Centro y Sur del Tolima



Fuente: ANLA (2020). Con información de IDEAM (2010b)

Potenciales impactos acumulativos

Los impactos significativos que tuvieron una mayor frecuencia relativa en el límite espacial del VEC reflejan la importancia de mantener las redes tróficas de los ecosistemas acuáticos para asegurar la conservación de la nutria y la tortuga de río (Tabla 42); es decir, las estrategias de manejo y conservación al estar dirigidas hacia especies focales como la nutria y la tortuga, deben tener un enfoque integral y adaptativo que contemplen las comunidades hidrobiológicas, la ictiofauna y la vegetación, todo relacionado con las condiciones fisicoquímicas del recurso hídrico.

Tabla 42. Potenciales impactos acumulativos en los vertebrados semiacuáticos amenazados

Categoría de impacto ambiental	Potencial afectación
Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	▪ Afectación en la disponibilidad y calidad del hábitat natural debido a cambios en las propiedades fisicoquímicas que alteran las comunidades hidrobiológicas y estas, a su vez, la ictiofauna, principal recurso alimenticio de la nutria. ▪ Afectación en la disponibilidad y calidad del hábitat natural debido a cambios en las propiedades fisicoquímicas, las cuales determinan la distribución y abundancia de las tortugas en un cuerpo de agua. ▪ Cambios en la conectividad ecológica funcional, ya que los cuerpos de agua son las principales rutas de movilidad para la nutria y la tortuga.
Alteración a comunidades de flora	▪ Afectación en la calidad del hábitat natural, particularmente de la tortuga de río al ser una especie herbívora, la cual se alimenta de especies típicas del Bosque Seco Tropical, ecosistema altamente transformado que conserva una extensión de 177,38 Km² en el Centro y Sur del Tolima.
Alteración a ecosistemas acuáticos	▪ Afectación en la disponibilidad y la calidad de hábitat natural, causada por los cambios en las condiciones hidrodinámicas de estos ecosistemas. ▪ Afectación en la disponibilidad y la calidad de hábitat natural, causada por el cambio en el uso del suelo para realizar otras actividades humanas que conllevan su desecación.

Fuente: ANLA, 2020

Las posibles alteraciones fisicoquímicas, las cuales implican cambios en la calidad del recurso hídrico, traen consecuencias directas en las poblaciones de estas dos especies. En particular, se han realizado investigaciones en las que se muestra la afectación de los recursos naturales debido a contingencias asociadas al derrame de crudo sobre fuentes de agua y el suelo. Los efectos subletales y crónicos de los contaminantes pueden resultar en una disminución del éxito reproductivo o de la supervivencia de las nutrias, los cuales pueden conducir a una disminución en la densidad poblacional y reducciones en la variabilidad genética dentro de las poblaciones (Bowyer et al., 2003)

En este orden de ideas, en el Centro y Sur del Tolima se han presentado 41 contingencias por derrame de hidrocarburos en los últimos tres años; sin embargo, es necesario resaltar el expediente LAM0215, el cual ha presentado el 59% de estas situaciones y el expediente LAM1248, el cual tuvo tres contingencias que afectaron directamente al recurso hídrico superficial de las Quebradas Monroy, Guadualeja y San Diego. Las nutrias son uno de los mustélidos más sensibles a la contaminación, razón por la cual son muy útiles para conocer y medir el grado de contaminación del ambiente; de allí que su disminución poblacional sea un indicador de la afectación de los ecosistemas y la necesidad de implementar medidas para contrarrestar esta problemática.

Por otra parte, la alteración en las comunidades de flora influye directamente sobre la selección de hábitat por parte de la nutria y la tortuga. De manera particular, los bosques riparios son uno de los principales hábitats para las nutrias (Rheingantz et al., 2014), ya que es aquí donde se conectan los sistemas terrestres y acuáticos, a partir de las actividades de vertebrados depredadores (Bowyer et

al., 2003). Entre tanto, González-Zárate et al. (2011) in sites with permanent presence of turtles (PPT, realizaron un estudio sobre el hábitat de la tortuga en el río Prado, el cual les permitió asociar la presencia de la especie con una estructura y composición vegetal de mayor complejidad relacionada, a su vez, con un menor nivel de intervención. Adicionalmente, concluyeron que la vegetación ribereña de BsT es importante como hábitat para la especie, ya que la tortuga consume especies de flora típicas de este ecosistema; por tanto, es necesario evitar el aprovechamiento forestal en este ecosistema para nuevos proyectos objeto de licenciamiento ambiental y, de hecho, se debe promover su restauración de una manera más activa a través de los planes de compensación e inversión forzosa no menor al 1%.

En cuanto a la alteración de los ecosistemas acuáticos, la construcción y operación de hidroeléctricas generan impactos con una alta significancia, pues fragmenta estos ecosistemas y podrían estar generando el aislamiento de las poblaciones de fauna silvestre, particularmente de los vertebrados semiacuáticos. Sin embargo, el vacío de información respecto al estado poblacional de las especies y el uso de hábitat antes de la construcción de la represa genera un alto grado de incertidumbre en relación con la magnitud del impacto. Es importante resaltar que la base de datos sistematizada no incluye registros de nutria y tortuga, es decir, los proyectos no han reportado la presencia de estas dos especies, por tanto, es necesario revisar las metodologías utilizadas para la caracterización de la línea base en el EIA para nuevos proyectos, las cuales deben tener un mayor nivel de rigurosidad, utilizando técnicas de campo específicas para visualizar vertebrados semiacuáticos (búsqueda de rastros en transectos y cámaras trampa cerca a cursos de agua), dependiendo de las características de cada proyecto.

En particular, Pérez et al. (2020) analizaron el uso de hábitat de la nutria en la hidroeléctrica La Miel I (Departamento de Caldas) durante un periodo de cinco años (2014-2018) y encontraron una preferencia de uso aguas arriba del embalse y una baja preferencia en el embalse, asociada a las condiciones de la vegetación ribereña y las condiciones topográficas y batimétricas de la represa, respectivamente; aguas abajo del embalse no se estableció un patrón de uso específico, lo que implica un uso de manera oportunista. Por su parte, de acuerdo con González-Zárate et al. (2014), las poblaciones de tortuga de río fueron fragmentadas a causa de la construcción de Hidroprado, lo cual provocó un cuello de botella que explica la baja variabilidad genética de la especie, pues ya no existe, aparentemente, conectividad ecológica entre ambas poblaciones.

Atributo 3. Sistemas socio-productivos de comunidades étnicas y campesinas

Los sistemas socioproduktivos y agropecuarios son de gran importancia para la seguridad alimentaria de las poblaciones indígenas y campesinas, los cuales han reportado importantes variaciones en la disponibilidad del recurso hídrico debido al cambio climático. En este sentido el análisis del VEC se centrará en tres aspectos, el primero se analizará la presión de las actividades agropecuarias sobre el recurso hídrico, en segundo lugar, los distritos de riego con énfasis en el expediente LAM1020, cuyo seguimiento está a cargo de la entidad y en último lugar los potenciales impactos acumulativos por confluencias de POA.

Presión de las actividades agropecuarias sobre el recurso hídrico

Según expone el Plan Integral de gestión del cambio climático territorial del Tolima, el aumento en la temperatura producirá grandes cambios en zonas arroceras y agrícolas, representadas por grandes extensiones dotadas de sistemas de riego organizados; en el área del VEC el impacto de este cambio será más fuerte en municipios como Coyaima o Natagaima, caracterizados por ecosistemas secos ocupados por múltiples y pequeños cabildos y comunidades indígenas sin tierra, sin acceso a sistemas de riego y con apoyo institucional insuficiente (CORTOLIMA, 2018).

El sur del Tolima ha sido históricamente ocupado por familias y comunidades étnicas Pijao y en menor medida Awa, en el presente análisis nos centraremos en la etnia Pijao siendo esta la más numerosa en el área de estudio. Las poblaciones indígenas y campesinas presentan sistemas de producción tradicionales (de campesinos e indígenas) y empresariales. Las actividades del campesinado varían desde la agricultura de autoconsumo bajo esquemas tecnológicos tradicionales de bajos insumos, pequeñas extensiones y un reducido impacto ambiental, hasta los que están exclusivamente dedicados a la producción para el mercado bajo encadenamientos productivos, uso de agroquímicos, distritos de riego y uso de maquinaria (Osorio, 2016).

De acuerdo con el diagnóstico comunitario elaborado conjuntamente por el Ministerio del Interior y las Autoridades Tradicionales del Consejo Regional Indígena del Tolima, en el área del VEC se encuentra localizado los resguardos indígenas Pijaos⁷ (municipios de Ortega, Coyaima y Natagaima) el cual se caracteriza por el desarrollo de sistemas socio-productivos tradicionales enfocados en el cultivo de arroz (principal cultivo del pueblo Pijao), maíz, yuca, plátano, ahuyama, limón, mango, guanábana, cacao, frijol, aguacate, frutas como la uchuva, la papayuela y la piña. En cuanto a la fuente de proteína, la obtienen de la cría de animales domésticos como pollos, gallinas, cerdos, pavos; de la caza de animales como el armadillo y el conejo; y de la pesca de mojarra, bocachico, capaz y caloque, principalmente en el río Magdalena y Saldaña. Es de resaltar, que la tradición productiva incluye la combinación de sistemas de cultivo y actividades extractivas, destacándose arreglos de huertos de policultivos, cultivos asociados transitorios, cultivo de várzea, producción de hoja de plátano cachaco, pesca y ganadería, con predominio de plantas originarias del neotrópico.

Con el fin de determinar un estado aproximado de la presión de las actividades agropecuarias sobre el recurso hídrico en el área del límite del VEC, se realiza un análisis del Índice de Presión Hídrica al Ecosistema (IPHE) del IDEAM, entendiendo el agua verde como el recurso que proviene de la lluvia y que se almacena en el suelo como humedad para luego ser aprovechado por la vegetación, el cual estima al agua verde disponible para actividades productivas relacionada con los consumos por parte de las actividades agropecuarias y forestales en una cuenca (IDEAM, 2019).

En donde se identifica con rango de calificación Muy Alta la SZH Río Luisa y otros Directos al Magdalena (2118), el cual es una señal de alerta sobre la ampliación de la frontera agrícola, muy cerca del límite de ecosistemas de protección tal como los humedales presentes en el Guamo; adicionalmente presenta categoría Alta en el índice Agua no Retornada a la Cuenca (IARC) lo que muestra que en la cuenca existe una demanda de agua azul⁸ multisectorial que supera el 20% del total disponible (IDEAM, 2014a) y paralelamente presenta el IVH para año seco una categoría muy alta, con una condición crítica por presiones por uso con respecto a la oferta disponible.

En concordancia con lo anterior, en esta zona, que representa el 15,4% del área total del VEC, se ubica una de las principales áreas de producción de arroz del Tolima en los municipios de Guamo y Espinal. Adicionalmente, en esta SZH se presenta la mayor demanda hídrica para la agricultura del departamento del Tolima (extracción asociada al requerimiento de riego) (IDEAM, 2019)(IDEAM, 2019b) (Figura 85).

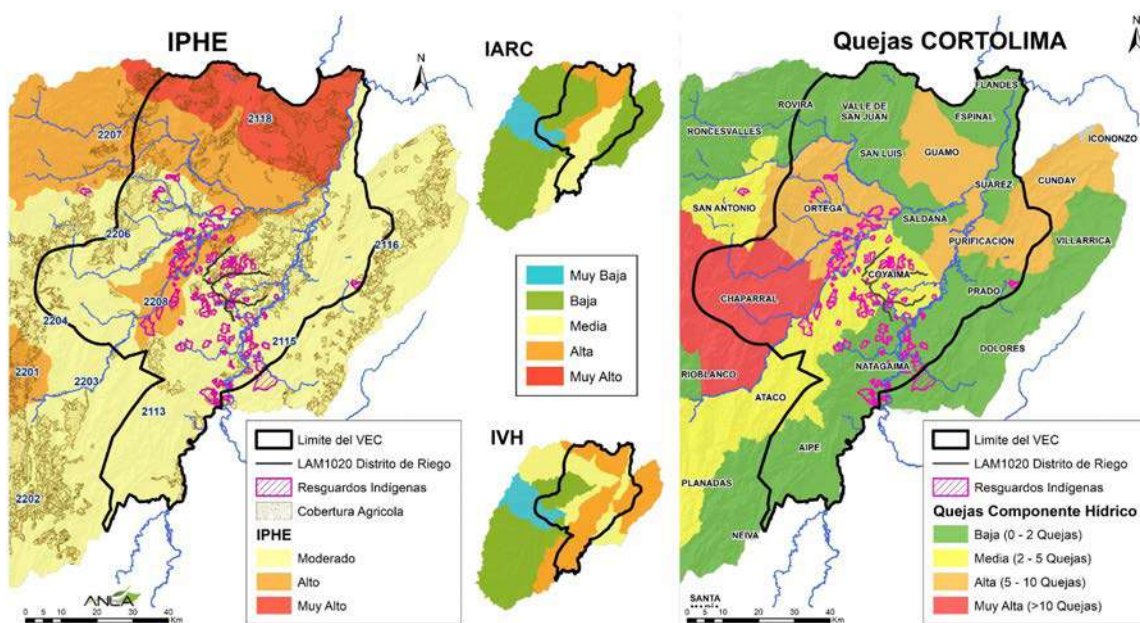
De forma similar, se evidencia con categoría alta de IPHE, la SZH río Cucuana (2207), Alto (2201) y Bajo Saldaña (2208), zonas con presencia de coberturas agrícolas y adicionalmente presencia de resguardos indígenas.

⁷ Algunos cabildos no cuentan con territorios titulados y se encuentran agrupados bajo los cabildos de los municipios de Ibagué, Rovira, Coello, Espinal, Guamo, Saldaña, Purificación, Prado y Chaparral.

⁸ El concepto de huella hídrica azul es complementario a la demanda hídrica y las pérdidas, siendo el volumen de agua extraído de ríos, lagos o acuíferos (agua azul), y que no es retornado a la fuente, por lo tanto, en el proceso antrópico fue incorporado, evaporado o trasvasado (IDEAM, 2019).

La situación descrita anteriormente, evidencia la singularidad del sector agropecuario frente a otros sectores en torno a su dependencia al agua y a la variabilidad climática que determina la oferta hídrica y el déficit de requerimiento hídrico que debe ser cubierto por riego. Por lo tanto, es necesario que se formulen estrategias, programas y proyectos que permitan minimizar los impactos ocasionados por POA sobre el recurso hídrico en estas SZH, así como la implementación de tecnologías para el uso eficiente del agua en la agricultura.

Figura 85. Comparación Índice de Presión Hídrica al Ecosistema (IPHE), áreas agrícolas, resguardos indígenas y quejas



Fuente: ANLA, 2020 adaptado de (IDEAM, 2019)

Por otra parte, las SZH Río Atá (2202), Medio Saldaña (2203), Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena (2113), Río Amoyá (2204), Río Tetuán, Río Ortega (2206), Río Prado (2116) y Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (2115) presentan una valoración Media frente a la presión del recurso hídrico por el desarrollo de la actividad agrícola.

Con respecto a la sensibilidad social frente al recurso hídrico se utilizó la base de datos de CORTOLIMA de la cual se extrajo solo las asociadas al recurso hídrico. De un total de 378 quejas entre los años 2016 y 2020 en total se reportaron 71 quejas asociadas al recurso hídrico de estas el 25% se localiza en el municipio de Chaparral, seguido por Ortega con el 11% seguido por Icononzo, Cunday y Purificación cada uno con el 10% de las inconformidades. Es importante mencionar que el principal medio afectado según las quejas es el medio Biótico, por aprovechamiento forestal no autorizado y quemas para la ampliación de la frontera agrícola lo que aunado a las demás actividades puede llevar a determinar que este tipo de actividades antrópicas generan una presión adicional sobre el Recurso Hídrico Superficial.

Distritos de riego

Según la Agencia de desarrollo rural ADR un distrito de riego o de adecuación de tierras es la delimitación de un área con obras de infraestructura destinadas a riego, drenaje o protección contra inundaciones, con el propósito de elevar la productividad agropecuaria. Según el Plan de gestión integral del cambio climático (2018) en el departamento del Tolima hay un total de 17 distritos de riego y en el área el VEC se localizan un total de seis distritos. En la Tabla 43 se presenta el listado de los distritos identificados en el área del VEC así como su localización, extensión y usos.

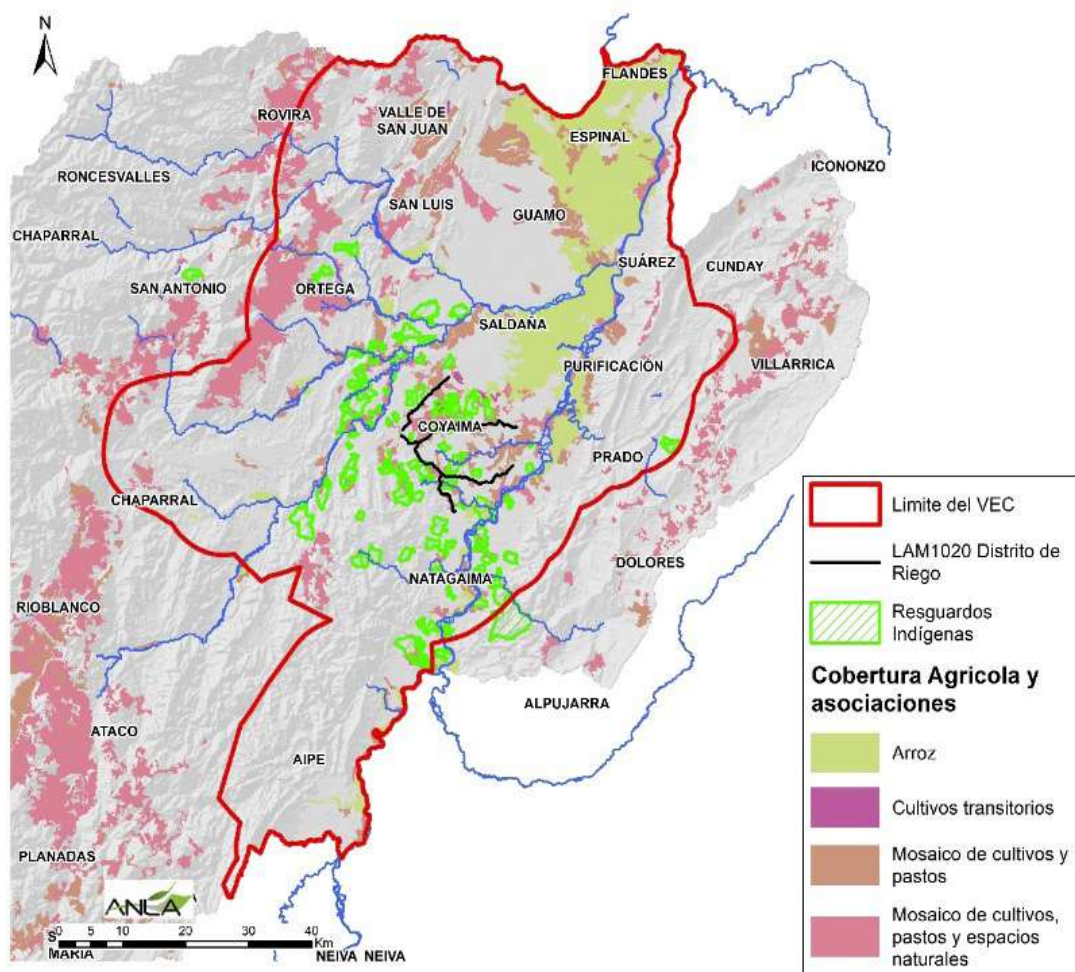
Tabla 43. Distritos de Riego en el área del VEC

Nombre del distrito de Riego	Municipios	Extensión total	Usuarios	SZH	Usos del distrito
USOSALDAÑA	Saldaña y Purificación	14.264 ha	1.465	Río Saldaña	Arroz, frutales, algodón y sorgo
ASOPRADO	Prado, Purificación	2.634 ha	315	Río prado	Arroz, Maíz, pastos y frutales
USOCOELLO	Espinal, Coello y Flandes	63.200 ha	1800	Río Coello y Río Cucuana	Arroz, algodón, sorgo y maíz; menor importancia tiene el maní, tabaco, plantas ornamentales, frutales permanentes, y estanques para peces.
USOGUAMO	Guamo	2.924 ha	Sin Información	Río Cucuana, Río Luisa	Arroz
ASOPASOANCHO	Ortega	Sin información	87	Rio Tetuán y Río Ortega	Ganadería, Piscicultura
USO ZARAGOZA	Coyaima	361,68 ha		Rio Aipe, Rio Chenche y otros directos al Magdalena	Algodón, Maíz, Sorgo, Arroz

Fuente: CORTOLIMA, 2018 y Geovisor Agencia Desarrollo Rural (ADR)

En los municipios de Coyaima, Natagaima y Purificación se ha evidenciado un déficit en el recurso hídrico, razón por la cual, se planteó la construcción de un distrito de riego con el fin de mejorar y hacer más productivas las actividades agropecuarias. En el año 2005 el INCODER suscribió el convenio interadministrativo N° 195040 con FONADE, y actualmente es la Agencia de Desarrollo Rural ADR la encargada del proyecto denominado Distrito de Riego Triangulo del Tolima se encuentra licenciado bajo el expediente ANLA LAM1020 (Figura 86).

Figura 86. Localización del Distrito de Riego Triangulo del Tolima con respecto a las coberturas Agrícolas y Resguardos indígenas en el área del VEC



Fuente: ANLA, 2020 adaptado de IDEAM, (IDEAM, 2017) y (ANT, 2020)

De acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario 2014, en los municipios donde se encuentra este Distrito de Riego, se identifican Unidades Productoras Agropecuarias⁹, cuyos sistemas de acceso al recurso hídrico son por aspersión, goteo, gravedad, bombeo y manual o por mateo. En la Tabla 44, se presenta el número total de UPA por municipios, detallando las cantidades de UPA de acuerdo con el sistema de acceso al recurso hídrico.

⁹ Puede estar formada por una parte de un predio, un predio completo, un conjunto de predios o partes de predios continuos o separados en uno o más municipios, independientemente del tamaño, la tenencia de la tierra y el número de predios continuos o separados que la integran y debe cumplir con las siguientes tres condiciones: 1) Produce bienes agrícolas, forestales, pecuarios, acuícolas y/o adelanta la captura de peces destinados al consumo continuo y/o a la venta. 2) Tiene un único productor/a natural o jurídico que asume la responsabilidad y los riesgos de la actividad productiva. 3) Utiliza al menos un medio de producción como construcciones, maquinaria, equipo y/o mano de obra en los predios que la integran.

Tabla 44. Fuentes de acceso al agua en los municipios de Coyaima, Natagaima y Purificación

Municipio	Total área rural dispersa censada								Total área rural dispersa censada en territorios de grupos étnicos								Total área rural dispersa censada sin territorios de grupos étnicos							
	Total UPA*	Utilización de riego		Tipo de riego					Total UPA*	Utilización de riego		Tipo de riego					Total UPA*	Utilización de riego		Tipo de riego				
		Si	No	Aspersión	Goteo	Gravedad	Bombeo	Manual o por mator		Si	No	Aspersión	Goteo	Gravedad	Bombeo	Manual o por mator		Si	No	Aspersión	Goteo	Gravedad	Bombeo	Manual o por mator
Natagaima	552	287	213	103	12	132	181	49	201	86	101	12	1	16	37	37	351	201	112	91	11	116	144	12
Coyaima	819	255	434	128	18	63	173	47	115	37	62	1	1	5	8	31	704	218	372	127	17	58	165	16
Purificación	1975	1681	217	40	8	1575	99	54	3	3	0			2		1	1972	1678	217	40	8	1573	99	53

*La suma de las UPA puede diferir del total porque no incluye “sin información”.

Fuente. CNA, 2014.

El proyecto distrito de Riego del triángulo del Tolima LAM1020 se encuentra en proceso de construcción, ya que la a la fecha se ha ejecutado la construcción de la bocatoma del rio Saldaña, el túnel de conducción, el box culvert y el canal de conducción, los excluidores de sedimentos y canales principales 1 a 4, quedando pendiente por construir, los canales secundarios y conexiones inter-prediales¹⁰.

De acuerdo con la información reportada en los conceptos técnicos de seguimiento, si bien el proyecto no se encuentra en operación la infraestructura del proyecto que está parcialmente construida se utiliza para el riego de cultivos y el aprovisionamiento de las comunidades de Coyaima, Natagaima y Purificación. Adicionalmente, la etapa de construcción ha tenido una duración mayor a la determinada inicialmente por lo que se identifican usos actuales de la infraestructura e impactos no esperados del distrito que al momento de la operación del proyecto podrían generar conflictos en cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico superficial.

Luego de revisar los CT No. 02277 del 08 de mayo de 2018 y CT No. 05608 del 30 de septiembre de 2019 se evidenciaron que la no finalización de las actividades constructivas está generando modificaciones e impactos no previstos los cuales se han agrupado por medio o componente y se describen a continuación.

- Medio socioeconómico: Debido a los cambios de contratistas encargados de la construcción y los retrasos en las actividades constructivas se evidencia una deficiencia en los procesos informativos y canales de comunicación lo que ha generado conflictos sociales asociados a esta desinformación. Adicionalmente se evidencia una afectación a la movilidad local debido a que los principales canales son usados por las comunidades como rutas de navegación, debido a que la construcción de estos generó una ruptura en las rutas y caminos que utilizaban las comunidades étnicas y campesinas. Finalmente, la entrada en operación del proyecto afectará la disponibilidad del recurso hídrico ya que como se evidencia en el CT No. 02277 del 08 de mayo de 2018 se identifican un total de 144 puntos de captación ilegal del recurso hídrico y si bien en el concepto técnico se establece que estas son utilizadas para cultivos, no es posible establecer

la verdadera magnitud de los usos y usuarios del recurso.

- **Recurso hídrico superficial:** con respecto a la calidad del recurso hídrico se presenta una alteración debido a la mezcla de aguas del río Saldaña con las del río Chenche y este impacto no se había previsto en el Estudio de Impacto Ambiental. Adicionalmente en los descoles de los canales principales, se aprecia que son entregados a canales en tierra y estos a su vez son llevados a fuentes hídricas naturales lo cual causa procesos de erosión debido a los altos caudales que circulan por los canales, además, probablemente se esté realizando una afectación en la fuente hídrica receptora, debido a que las aguas poseen una calidad fisicoquímica diferente.
- **Medio Biótico:** En las visitas de seguimiento se evidencia el desarrollo de la actividad pesquera en los canales principales y también pesca no selectiva cuando recolectan los peces atrapados en la bocatomía del Río Saldaña cada vez que realizan la limpieza de esta.

La Autoridad ha sido reiterativa en la solicitud de las medidas de manejo para las actividades relacionadas con el uso del recurso hídrico para este proyecto específico, las demás actividades antrópicas identificadas (reguladas y no reguladas) implican la ocurrencia de impactos acumulativos sobre las fuentes hídricas. No obstante, debido a que los resultados del análisis regional apuntan a una alta sensibilidad sobre la disponibilidad y calidad del recurso hídrico se hace necesario reiterar lo solicitado en el apartado de recomendaciones.

Potenciales impactos acumulativos

Teniendo en cuenta la importancia del recurso hídrico para el desarrollo de las actividades socio-productivas del área del VEC, se analizó su interacción con los proyectos obras o actividades (POA) objeto de licenciamiento y seguimiento. Como resultado se identificaron siete (7) potenciales categorías de impactos acumulativos que se podrían presentar por la confluencia de POA y las actividades agropecuarias existentes en la zona: Alteración a comunidades de fauna terrestre; Alteración a la calidad del aire; Generación y/o alteración de conflictos sociales; Alteración a ecosistemas terrestres y Alteración de las condiciones geotécnicas relacionado con la erosión (Tabla 45).

Tabla 45. Potenciales impactos acumulativos en los sistemas socio-productivos

Categoría de impacto ambiental	Potencial afectación
Alteración a comunidades de fauna terrestre	Las actividades de agricultura y la ganadería generan impactos sobre las poblaciones de fauna como impacto derivado principalmente por la pérdida de la cobertura vegetal y cambio de uso de suelo de natural a sistema productivo; por cuanto tienen varios efectos como el desplazamiento de especies, contaminación de hábitats, entre otros; lo que provoca la reducción en las poblaciones locales de especies.
Alteración a la calidad del aire	De la amplia variedad de fuentes metano atmosférico (CH ₄), El cultivo de arroz es considerado la principal fuente antropogénica global de CH ₄ . Las emisiones están influenciadas por la fertilización nitrogenada, el manejo del suelo y de los residuos de la cosecha y el manejo del agua de riego (Jacobson, 2005).

Categoría de impacto ambiental	Potencial afectación
Generación y/o alteración de conflictos sociales	El desarrollo de proyectos objeto de licenciamiento ambiental puede generar conflictos sociales, teniendo en cuenta la alta dependencia a los sistemas productivos tradicionales relacionados a la seguridad alimentaria de las poblaciones. Adicionalmente se evidencio en la caracterización del medio socioeconómico, inconformidades asociadas a la falta de procesos de información y participación y estas se intensifican debido a los cambios en la actividad agrícola y pecuaria.
Alteración a ecosistemas terrestres	Reducción del hábitat terrestre por la pérdida de cobertura vegetal natural, consecuencia de los procesos de transformación de ecosistemas, relacionado con las actividades de colonización y ampliación de la frontera agrícola.
Alteración de las condiciones geotécnicas	El establecimiento de cultivos transitorio y ganadería extensiva en áreas de potreros, son fuentes de erosión y desprendimiento de suelos (fenómenos de remoción en masa).
Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Según (Duque Ortiz et al., 2019), el 29% del área cosechada de arroz en el Tolima se encuentran en áreas de usos agropecuaria en resguardos indígenas, especialmente en arroz riego; el cual se caracteriza por el abastecimiento de agua provista de manera permanente mediante sistemas de riego, o por inundaciones o fangueo; dado los requerimientos agroecológicos del cultivo, de suministro de agua durante toda la temporada que varía de 3 a 5 meses. Estos sistemas agrícolas implican, además de la demanda permanente de agua, aumento de la erosión hídrica (disminución de la transparencia del agua); aplicación de agroquímicos (pesticidas y fertilizantes principalmente) generando cambio en las propiedades bioquímicas del suelo y en la calidad del agua.
Alteración a la calidad del suelo por cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas	

Fuente: ANLA, 2020

Los potenciales impactos acumulativos podrían incrementarse dado los efectos del cambio del clima estimados para esta región. De acuerdo con CORTOLIMA (2018) de las 41.972,4 hectáreas aptas para cultivo de arroz con las que cuenta el departamento del Tolima, bajo el escenario de cambio climático 2040, solo el 61,1% de estas áreas podrían mantenerse aptas, un 38,9% correspondiente 16.318,4 hectáreas no lo serán, y para el año 2040 se estima que 9.128,7 hectáreas nuevas podrían entrar a ser disponible para el cultivo del arroz. Esto es relevante teniendo en cuenta que los distritos de riego asociados al cultivo de arroz son una de las mayores demandas hídricas en el área de estudio (CORTOLIMA, 2018).

De otro lado la Política General de Ordenamiento Territorial (FEDESARROLLO, 2019)¹¹ menciona que hay una descoordinación para responder a los desequilibrios territoriales y brechas socioeconómicas, pues históricamente se ha presentado una desarticulación institucional y la ausencia de una agenda estratégica que posibilite establecer líneas de acción a nivel local, departamental y nacional. En este orden de ideas, los sistemas socio-productivos deben articularse con las políticas de ordenamiento territorial a nivel local incluyendo el componente diferencial y étnico para las comunidades que realizan usos y manejo de los recursos en el territorio. Es también necesario por parte de la Autoridad que en las

¹¹ La Política General de Ordenamiento Territorial (en adelante PGOT) tiene como objetivo “orientar la organización física, socio-espacial y político-administrativa del territorio nacional con perspectiva de largo plazo, para contribuir a mejorar la calidad de vida de todos los habitantes, preservar el patrimonio natural y cultural para el desarrollo sostenible, con base en las capacidades y potenciales de los diversos territorios, articular las diversas intervenciones sectoriales, corregir los desajustes territoriales socioeconómicos y físico ecológicos; reconociendo la heterogeneidad cultural y físico-geográfica y aumentando la capacidad de descentralización”.

evaluaciones de los POA localizados en el área del VEC tengan en cuenta estas figuras de ordenación para que la ejecución de dichos proyectos vaya en línea con lo determinado en las políticas nacionales y que se incluya el enfoque diferencial y étnico.

6.4 MANEJO DEL VEC

6.4.1 Criterios técnicos en el marco del licenciamiento ambiental de la ANLA y autoridades ambientales competentes

Con base en el análisis regional y la identificación del estado y factores de presión sobre el VEC: Hídrico, a continuación, se propone criterios técnicos para el licenciamiento ambiental de la ANLA.

Atributos del VEC: Hídrico	Situación evidenciada y criterio técnico
Atributo 1 Fuentes abastecedoras de acueductos con alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en temporada seca	Las fuentes abastecedoras de acueductos municipales y veredales presentan un alto riesgo de vulnerabilidad frente al desabastecimiento hídrico en época seca y también bajo escenario de cambio climático. Razón por la cual se formulan los siguientes lineamientos técnicos para ser empelados en los seguimientos y evaluaciones ambientales de los POA: • Para los POA que cuenten con un permiso de captación de agua en el área espacial del VEC (LAM1800, LAM2028, LAM2432, LAM2796, LAM3393, LAM3432, LAM3717, LAM3864, LAM3879, LAM4924, LAM4944, LAV0091-13) y especialmente aquellos en cercanías a las bocatomas de acueductos comunitarios (LAM3457, LAM3929 y LAM4878), se recomienda la revisión continua y actualización quinquenal de los Programas de Uso y Ahorro Eficiente del Agua (PUEAA), el cual deberá contener explícitamente las metas anuales de reducción de la demanda y pérdidas, las campañas educativas, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, reúso y recirculación, de acuerdo con el artículo 2 de la Resolución 1257 de 2018. • Condicionar los permisos de vertimientos a las épocas del año de máxima asimilación de las fuentes receptoras donde se solicitan los permisos, lo anterior, para evitar el deterioro de la calidad de las fuentes superficiales y no limitar la utilización del recurso para usos domésticos. • Cuando el permiso de vertimientos esté condicionado en ciertas épocas del año, se debe implementar un sistema de medición de caudales debidamente calibrado sobre la fuente hídrica receptora con frecuencia de medición diaria, con el fin de poder restringir el vertimiento en los caudales mínimos de la fuente hídrica. • Para las concesiones de agua superficial y subterránea se deberá registrar diariamente el caudal captado a través de la instalación de equipos de medición que se encuentren debidamente calibrados. Se deberá conformar una base de datos que indique: fecha, volumen de agua captada, régimen de la captación (hora/día), la cual debe ser presentada en los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA en hoja de cálculo. • Hacer una revisión de los permisos de concesión de agua subterránea (LAM0093-00, LAM2344-00, LAM0215-00, LAM3457-00 y LAM4924-00), para así establecer condicionantes que permitan una regulación adecuada del recurso sin afectar su disponibilidad, especialmente en épocas de estiaje. • Suspender las actividades de captación cuando el caudal aguas arriba del punto de captación sea igual o inferior al caudal ambiental o al 50% del caudal medio mensual multianual de acuerdo con el estudio hidrológico establecido en el Estudio de Impacto Ambiental. • Establecer cercas protectoras en cuencas abastecedoras de acueductos municipales o veredales, con el fin de conservar y recuperar la vegetación y con ello favorecer la retención de humedad del suelo y prevenir erosión hídrica, para el aislamiento se debe contar con el acuerdo previo del propietario.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Atributos del VEC: Hídrico	Situación evidenciada y criterio técnico
Atributo 1 Fuentes abastecedoras de acueductos con alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en temporada seca	- Desarrollar una estrategia regional de monitoreo del recurso hídrico superficial y subterráneo que permitan evidenciar los cambios y/o alteraciones ocasionadas al recurso hídrico en las cuencas que conforman el VEC, donde se presenta concentración de proyectos tanto de ANLA como de CORTOLIMA. - Planificación del mantenimiento y rehabilitación de infraestructura de POA considerando los efectos de la variabilidad climática y cambio climático. - Promover los procesos de restauración de ecosistemas estratégicos para la provisión de agua, con el fin de reducir las presiones de cambio climático en mediano y largo plazo. - Implementar sistemas de alerta temprana en conjunto con las comunidades como mecanismo de gestión integral de riesgos asociados a los cambios en el clima y los eventos climáticos extremos. - Planificación y diseño para la construcción de obras nuevas considerando los riesgos derivados de la variabilidad climática y cambio climático. - 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. - Utilización de tecnologías de reducción del consumo de agua. - Generar conocimiento regional de la dinámica hídrica, haciendo énfasis en la influencia del cambio climático.
Atributo 2 Vertebrados semiacuáticos amenazados (nutria y tortuga)	En la base de datos sistematizada, a partir de los modelos de datos corporativos, no se encontraron registros de nutria y tortuga. - Los proyectos en evaluación deben revisar las metodologías y el esfuerzo de muestreo implementado para registrar especies crípticas, como la nutria y la tortuga, en sus áreas de influencia directa e indirecta. - Los proyectos hidroeléctricos y de hidrocarburos en seguimiento deben revisar las metodologías y el esfuerzo de muestreo implementado para registrar especies crípticas, como la nutria y la tortuga, en sus áreas de influencia directa e indirecta teniendo en cuenta que son los sectores con mayor contribución a los tres impactos de alta frecuencia relativa que afectan el hábitat natural de estas dos especies. - Las metodologías de campo deben contemplar la búsqueda activa de rastros en transectos y cámaras trampa cerca a cursos de agua. La información sobre comunidad hidrobiológicas sistematizada, a partir de las bases de datos corporativas, no permitió realizar un análisis exhaustivo para determinar la calidad del recurso hídrico debido a la poca representatividad y falta de estandarización de los monitoreos. Adicionalmente, los puntos de muestreo de las comunidades hidrobiológicas y la ictiofauna no corresponden a los puntos de muestreo de los parámetros fisicoquímicos; por tanto - Los usuarios deben implementar métodos estandarizados para monitorear las comunidades bióticas (hidrobiológicos e ictiofauna) en los mismos puntos de muestreo de los parámetros fisicoquímicos, los cuales deben coincidir exactamente en los modelos de datos corporativos; con el fin de establecer relaciones de causalidad que permitan determinar la efectividad de las medidas de manejo en la mitigación y control de impactos. - Los monitoreos se deben realizar aguas arriba, en el embalse y aguas abajo para identificar posibles cambios en los ensamblajes de comunidades hidrobiológicas (plancton y macroinvertebrados) ocasionados por las actividades relacionadas con la operación del proyecto.

Atributos del VEC: Hídrico	Situación evidenciada y criterio técnico
Atributo 2 Vertebrados semiacuáticos amenazados (nutria y tortuga)	Las fuentes abastecedoras de acueductos municipales y veredales presentan un alto riesgo de vulnerabilidad frente al desabastecimiento hídrico en época seca y también bajo escenario de cambio climático. Razón por la cual se formulan los siguientes lineamientos técnicos para ser empelados en los seguimientos y evaluaciones ambientales de los POA: • Para los POA que cuenten con un permiso de captación de agua en el área espacial del VEC (LAM1800, LAM2028, LAM2432, LAM2796, LAM3393, LAM3432, LAM3717, LAM3864, LAM3879, LAM4924, LAM4944, LAV0091-13) y especialmente aquellos en cercanías a las bocatomas de acueductos comunitarios (LAM3457, LAM3929 y LAM4878), se recomienda la revisión continua y actualización quinquenal de los Programas de Uso y Ahorro Eficiente del Agua (PUEAA), el cual deberá contener explícitamente las metas anuales de reducción de la demanda y pérdidas, las campañas educativas, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, reúso y recirculación, de acuerdo con el artículo 2 de la Resolución 1257 de 2018. • Condicionar los permisos de vertimientos a las épocas del año de máxima asimilación de las fuentes receptoras donde se solicitan los permisos, lo anterior, para evitar el deterioro de la calidad de las fuentes superficiales y no limitar la utilización del recurso para usos domésticos. • Cuando el permiso de vertimientos esté condicionado en ciertas épocas del año, se debe implementar un sistema de medición de caudales debidamente calibrado sobre la fuente hídrica receptora con frecuencia de medición diaria, con el fin de poder restringir el vertimiento en los caudales mínimos de la fuente hídrica. • Para las concesiones de agua superficial y subterránea se deberá registrar diariamente el caudal captado a través de la instalación de equipos de medición que se encuentren debidamente calibrados. Se deberá conformar una base de datos que indique: fecha, volumen de agua captada, régimen de la captación (hora/día), la cual debe ser presentada en los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA en hoja de cálculo. • Hacer una revisión de los permisos de concesión de agua subterránea (LAM0093-00, LAM2344-00, LAM0215-00, LAM3457-00 y LAM4924-00), para así establecer condicionantes que permitan una regulación adecuada del recurso sin afectar su disponibilidad, especialmente en épocas de estiaje. • Suspender las actividades de captación cuando el caudal aguas arriba del punto de captación sea igual o inferior al caudal ambiental o al 50% del caudal medio mensual multianual de acuerdo con el estudio hidrológico establecido en el Estudio de Impacto Ambiental. • Establecer cercas protectoras en cuencas abastecedoras de acueductos municipales o veredales, con el fin de conservar y recuperar la vegetación y con ello favorecer la retención de humedad del suelo y prevenir erosión hídrica, para el aislamiento se debe contar con el acuerdo previo del propietario. • Desarrollar una estrategia regional de monitoreo del recurso hídrico superficial y subterráneo que permitan evidenciar los cambios y/o alteraciones ocasionadas al recurso hídrico en las cuencas que conforman el VEC, donde se presenta concentración de proyectos tanto de ANLA como de CORTOLIMA. • Planificación del mantenimiento y rehabilitación de infraestructura de POA considerando los efectos de la variabilidad climática y cambio climático. • Promover los procesos de restauración de ecosistemas estratégicos para la provisión de agua, con el fin de reducir las presiones de cambio climático en mediano y largo plazo. • Implementar sistemas de alerta temprana en conjunto con las comunidades como mecanismo de gestión integral de riesgos asociados a los cambios en el clima y los eventos climáticos extremos. • Planificación y diseño para la construcción de obras nuevas considerando los riesgos derivados de la variabilidad climática y cambio climático. • 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.

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Atributos del VEC: Hídrico	Situación evidenciada y criterio técnico
Atributo 2 Vertebrados semiacuáticos amenazados (nutria y tortuga)	La distribución potencial de la Tortuga del río Magdalena (<i>Podocnemis lewyana</i>) presenta un alto grado de intervención, asociado a la transformación de los ecosistemas desde hace varias décadas por el cambio del uso del suelo y la contaminación del recurso hídrico de acuerdo con el IACAL. Adicionalmente, los tres impactos de mayor frecuencia ocasionados por los POA representan una amenaza latente sobre la especie, con baja variabilidad genética en la región del Alto Magdalena. Sumado a lo anterior, los tres impactos reflejan el efecto cascada por la intervención de un POA sobre las cadenas tróficas. - El otorgamiento de aprovechamiento forestal de bosques riparios para nuevos proyectos debe estar condicionado por el modelo de distribución potencial generado en este reporte, pero, además, debería contemplarse negar el aprovechamiento en dado caso que se solicite sobre remanentes de BsT, pues solo se conserva una extensión de 177,38 Km² en el Centro y Sur del Tolima, de los cuales 88,89 Km² hacen parte del hábitat potencial para la tortuga. - Los proyectos deben contemplar dentro de su PMA una ficha de manejo de fauna enfocada en los vertebrados semiacuáticos como especies focales, deben incorporar acciones tendientes a mejorar la calidad del hábitat para las tortugas, por medio de la restricción en la ocupación de cauces y los permisos de vertimientos teniendo en cuenta el modelo de distribución potencial generado en este reporte. Así mismo, la ficha de manejo de fauna del PMA debe ir ligada a una ficha de seguimiento y monitoreo en el PSM. - Para los proyectos en evaluación o en seguimiento que no han ejecutado las obligaciones de compensación (LAM1547, LAM2028, LAM2796, LAM2846, LAM3346, LAM3393, LAM3432, LAM3457, LAM3803, LAM3879, LAM4746, LAM4750, LAM5192) e inversión forzosa no menor al 1% (LAM1800, LAM1818, LAM2432, LAM2482, LAM3457, LAM3803, LAM4750, LAV0081-14, LAV0091-13), deben contemplar acciones de restauración y rehabilitación de la vegetación ribereña para recuperar el hábitat natural de las poblaciones de la tortuga en el área de estudio. Los bosques riparios son corredores ecológicos para la nutria (<i>Lontra longicaudis</i>); sin embargo, presentan un alto grado de transformación debido a la "entresaca" de madera, el cambio de uso del suelo y, el aporte de aguas contaminadas por parte de la población en zonas urbanizadas y los vertimientos generados por proyectos de infraestructura. - Los usuarios de los expedientes con permiso de vertimientos (LAM3620 y LAM4878) deben realizar monitoreos en los cuerpos de agua (ríos Magdalena, Ortega, Saldaña, Prado y sus afluentes) con el fin de verificar su calidad, ya que el alto número de proyectos licenciados (64) y el vertimiento de aguas negras y residuales en zonas urbanas y rurales generan un fuerte impacto en la calidad del agua. - Para los proyectos en evaluación o en seguimiento que no han ejecutado las obligaciones de compensación (LAM1547, LAM2028, LAM2796, LAM2846, LAM3346, LAM3393, LAM3432, LAM3457, LAM3803, LAM3879, LAM4746, LAM4750, LAM5192) e inversión forzosa no menor al 1% (LAM1800, LAM1818, LAM2432, LAM2482, LAM3457, LAM3803, LAM4750, LAV0081-14, LAV0091-13), deben contemplar acciones de restauración y rehabilitación de la vegetación ribereña para viabilizar las poblaciones de la nutria en el área de estudio. Los proyectos hidroeléctricos generan fragmentación de los ecosistemas acuáticos, situación que potencializa la baja variabilidad genética de los vertebrados semiacuáticos, los cuales no son prevenibles, mitigables ni corregibles. Adicionalmente, existe un vacío de información que no permite cuantificar la magnitud de los impactos generados por los proyectos hidroeléctricos. - Basados en el principio de precaución, la categoría de impacto "Alteración a ecosistemas acuáticos" se debe evaluar con una significancia Muy Alta basada en la literatura científica que evidencia la afectación potencial de la fragmentación sobre las poblaciones de vertebrados semiacuáticos y la disminución en su conectividad ecológica que conlleva a la deriva genética de las poblaciones.

Atributos del VEC: Hídrico	Situación evidenciada y criterio técnico
Atributo 2 Vertebrados semiacuáticos amenazados (nutria y tortuga)	- La “Muy alta” significancia en la alteración a ecosistemas acuáticos debe ser considerado como un criterio adicional para incluir en la zonificación ambiental. - Las medidas de manejo de los impactos deben garantizar la conectividad ecológica y la calidad del agua para los vertebrados semiacuáticos, a partir de acciones integrales que contemplen todos los niveles de interacción en las cadenas tróficas, es decir, desde las comunidades hidrobiológicas, la ictiofauna y la vegetación ribereña. - Se debe incluir una ficha en el Plan de Manejo y de monitoreo específica que contemple acciones enfocadas al estudio de las poblaciones de tortuga de río y su conservación <i>in situ</i>, en aras de realizar procesos de reintroducción que promuevan el intercambio genético entre distintas poblaciones. - Se deben requerir compensaciones por pérdida de biodiversidad que contemplen acciones enfocadas a la conectividad ecológica de las poblaciones que se encuentran aguas arriba y aguas debajo de la represa. El proyecto “Central Hidroeléctrica Hidroprado” (LAM4037) contempla en su PMA la “Ficha de Manejo: FM-23 Protección y conservación de las especies amenazadas del Área de Influencia Directa para la etapa de operación”, la cual contempla dos medidas de prevención: Evaluación poblacional de fauna y Análisis multitemporal de poblaciones de fauna amenazada y/o endémica para la Central Hidroeléctrica de Prado. Al respecto, se realizó una caracterización de la Tortuga del río Magdalena (<i>Podocnemis lewyana</i>) y la Nutria (<i>Lontra longicaudis</i>), entre junio y julio de 2019, donde se evidenció la presencia de las dos especies con una mayor detección de la tortuga en comparación con la nutria, posiblemente relacionado a la metodología de muestreo sobre la cual se evidenciaron oportunidades de mejora. - Es necesario revisar si la metodología empleada es estandarizada y contempla replicas que garanticen un esfuerzo de muestreo estadísticamente significativo en los distintos transectos, ya que a partir de ese esfuerzo de muestreo se calculan los índices de abundancia relativa y la densidad de las especies sobre los cuales, a su vez, se deben realizar los análisis de tendencia del medio. - En el caso de la nutria, la metodología presentada en el ICA 15 (radicado 2019195473-1-000 del 12 de diciembre de 2019) no es la apropiada para garantizar la probabilidad de detección de la especie. Se recomienda fortalecer el muestreo con la técnica a del fototrampeo siguiendo lo planteado por Díaz Pulido & Payán (2012). Se debe aumentar el número de cámaras trampa y el número de días que permanecen instaladas en campo (alrededor de 30 días para 20 cámaras). - Los monitoreos se deben realizar aguas arriba, en el embalse y aguas abajo, también en época seca y de lluvias, para controlar las variables que podrían estar influyendo en los posibles cambios poblacionales y establecer hasta qué punto dichos cambios son ocasionados por las actividades relacionadas con la operación del proyecto.
Atributo 3	Principalmente en la SZH Río Luisa y otros directos al Magdalena (2118), río Cucuana (2207), Alto (2201) y Bajo Saldaña (2208) identificadas como las cuencas con mayor demanda para la agricultura; especialmente en los municipios de Chaparral, Ortega, Purificación, Guamo y Coyaima; los esfuerzos por disminuir los impactos ambientales que genera el cultivo de Arroz (principal cultivo en la zona) junto con los POA objeto de licenciamiento han de enfocarse en reducir el volumen de agua demandado en la región, teniendo en cuenta la presencia de comunidades étnicas y campesinas en el área del VEC: Se debe identificar cual es la relación de uso y aprovechamiento del recurso hídrico de los procesos productivos de las comunidades asentadas donde se plantea ejecutar el proyecto, mediante la relación del inventario de usos y usuarios del agua con las actividades productivas que son evidenciadas en la caracterización del

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

Atributos del VEC: Hídrico	Situación evidenciada y criterio técnico
Atributo 3	económico de la línea base del EIA. Como insumo, para la identificación de la pertinencia de otorgamiento de nuevos permisos de uso y aprovechamiento del recurso hídrico y/o establecer condicionamientos de los permisos de vertimientos y concesión de agua en época seca. • Para proyectos ANLA solicitar como parte de las actividades de los proyectos, técnicas de uso eficiente tales como reúso, recirculación, reducción del consumo del agua, en otras. Al igual que la utilización de tecnologías para el uso eficiente del recurso hídrico y la implementación de Programa de Ahorro y Uso Eficiente de Agua con los respectivos soportes el cumplimiento de las metas propuestas en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA. □ Finalmente, en caso de que los nuevos POA generen pérdida de actividad económica temporal o permanente en las comunidades, se debe formular las estrategias económicas que permitan restablecer la actividad de las poblaciones afectadas. Para el proyecto LAM1020 □ Formular junto a las comunidades étnicas y campesinas del área de influencia del distrito de riego un plan para el restablecimiento de las rutas de movilización y tránsito tradicionales, teniendo en cuenta las restricciones en la movilización en los canales que entrarán en vigor funcionamiento al momento de la operación del proyecto. □ Reiterar la necesidad de caracterizar el río Chenche, demás afluentes del embalse Zanja Honda y el Río Saldaña así como la realización de monitoreos trimestrales de la calidad del agua del río Chenche aguas arriba antes del ingreso al embalse Zanja Honda, en el embalse Zanja Honda y aguas abajo de la presa del embalse Zanja Honda y del río Saldaña antes de llegar a la bocatoma. □ Reiterar la solicitud del complemento al Estudio de Impacto Ambiental en el que se establezca una línea base de la composición de hidrobiología, macroinvertebrados e ictiofauna del río Chenche, afluentes del embalse Zanja Honda y el Río Saldaña; así mismo presentar los informes trimestrales de la caracterización de hidrobiología, macroinvertebrados e ictiofauna presente en los canales de conducción y la comparación con la composición de los mismos grupos biológicos, tanto en el Río Saldaña como en los cuerpos de agua receptores del sistema a partir de monitoreos realizados con la misma frecuencia. □ Plantear las medidas correspondientes de mitigación y corrección de los procesos socavación que se han generado por la descarga de las aguas al final de los canales principales.

6.4.2 Recomendaciones externas

De igual manera, se realizan recomendaciones a nivel externo para una gestión integral de la región Centro y Sur del Tolima, bajo un enfoque de manejo adaptativo y colaborativo.

VEC	Situación evidenciada y recomendaciones
Atributo 1 Fuentes abastecedoras de acueductos con alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en temporada seca	· Con el fin de reducir los conflictos por disponibilidad del recurso hídrico, se deberá hacer un inventario y registro de todos los usuarios directos de las fuentes hídricas con el fin de conocer la demanda neta de todos los sectores socioeconómicos, especialmente el agropecuario. De igual manera, se deberá hacer el análisis prospectivo de usuarios con base en la variación de la dinámica poblacional y los usos del suelo con el fin de implementar instrumentos de reglamentación de corrientes para fuentes cuyo conflicto sea catalogado como alto. · Generar conocimiento regional de la dinámica hídrica, haciendo énfasis en la influencia del cambio climático, a través de instrumentos como las Evaluaciones Regionales del Agua – ERA, de acuerdo con los Lineamientos Conceptuales y Metodológicos del IDEAM (2013) con el fin de identificar el estado y tendencia del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo, que permita la formulación de acciones que aseguren la sostenibilidad del recurso. · Priorizar las corrientes hídricas superficiales que son fuentes abastecedoras de acueductos para la definición de la ronda hídrica de acuerdo con los lineamientos de la guía anexa a la Resolución 957 del 31 de mayo de 2018, de esta manera, al asegurar los procesos ecológicos en estas coberturas, se mejoran los servicios ecosistémicos. · Adoptar los POMCA de la SZH Río Luisa y otros directos al Magdalena y Río Prado teniendo en cuenta que estas SZH se concentran la mayor cantidad de proyectos licenciados por la ANLA en el área de estudio, con el fin de vincular la zonificación de manejo y las líneas de acción estratégicas en la evaluación de proyectos, con lo cual se favorece la adecuada planificación y aprovechamiento de los recursos naturales.
Atributo 2 Vertebrados semiacuáticos amenazados (nutria y tortuga)	La distribución potencial de la Tortuga del río Magdalena (<i>Podocnemis lewyana</i>) y de la nutria (<i>Lontra longicaudis</i>) presenta un alto grado de intervención, asociado a la transformación de los ecosistemas desde hace varias décadas por el cambio del uso del suelo y la contaminación del recurso hídrico de acuerdo con el IACAL. Adicionalmente, los tres impactos de mayor frecuencia ocasionados por los POA representan una amenaza latente sobre la especie, con baja variabilidad genética en la región del Alto Magdalena (<i>Podocnemis lewyana</i>). Sumado a lo anterior, los tres impactos reflejan el efecto cascada por la intervención de un POA sobre las cadenas tróficas. · Se recomienda que CORTOLIMA incorpore en sus PMA los vertebrados semiacuáticos como especies focales, para dirigir acciones tendientes a recuperar la calidad de su hábitat, por medio de la restricción en la ocupación de cauces, los permisos de vertimientos sobre cuerpos de agua y los permisos de aprovechamiento forestal, teniendo en cuenta los modelos de distribución potencial y de conectividad ecológica funcional generados en este reporte. · Es necesario cubrir los vacíos de conservación que se presentan en el Centro y Sur del Tolima hacia las zonas bajas (< 1.200 msnm), por medio de la creación de nuevas áreas protegidas, para blindar los vertebrados semiacuáticos amenazados y su biodiversidad asociada. · A partir de los modelos de distribución potencial para la tortuga y de conectividad ecológica funcional para la nutria, validar su correspondencia con el portafolio de áreas prioritarias para la conservación y compensación por pérdida de biodiversidad del Tolima, con el fin de generar acciones en zonas que viabilicen las poblaciones de nutria y tortuga, ya que son especies clave en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y su presencia determina el estado de conservación de dichos ecosistemas. · Se recomienda que CORTOLIMA realice monitoreos constantes a los cuerpos de agua (lenticos y loticos) localizados sobre la distribución potencial de la tortuga o los corredores ecológicos de la nutria, con el fin de verificar la calidad del recurso hídrico (ver Figura 25). El alto número de proyectos licenciados y el vertimiento de aguas negras y residuales en zonas urbanas y rurales generan un fuerte impacto en la calidad del agua, afectando así las poblaciones de vertebrados semiacuáticos. · Se recomienda a CORTOLIMA solicitar compensaciones para el componente biótico que contemplen acciones de restauración y rehabilitación de bosques riparios para viabilizar las poblaciones de la nutria y la tortuga en el área de estudio

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

	· Es necesario cubrir los vacíos de información relacionados con la presencia, distribución y uso de hábitat de la nutria y la tortuga en los ríos Magdalena, Ortega, Saldaña y Prado. Para ello, se debería trabajar mancomunadamente con la Academia y las ONG a través de la financiación de proyectos GEF. Fomentar sistemas de garantía o de certificación de procesos en la producción de alimentos, particularmente de café y arroz, que promuevan la producción sustentable y los procesos agroecológicos, con el fin de mejorar las condiciones de los ecosistemas acuáticos y terrestres utilizados por la nutria y la tortuga.
Atributo 3	Se recomienda a CORTOLIMA promover la implementación de prácticas sostenibles o medidas de control para el desarrollo de las actividades agropecuarias; tales como el remplazo de riego por inundación (zanjas) en el que fluye el agua sobre el suelo y de allí hacia el cultivo, en donde hay pérdida de agua por evaporación y escorrentía; por riego por goteo que se dirige el agua hacia la planta y no al suelo, optimización del uso de fertilizantes y herbicidas, cambio de cultivo para la estación seca estableciendo así un cultivo rotacional, entre otras. Teniendo en cuenta que tales prácticas sostenibles juegan un papel importante en la mitigación de los efectos del cambio climático, se recomienda la articulación interinstitucional para generar políticas que den continuidad y garanticen el seguimiento de dichas prácticas. Este relacionamiento debe incluir las Autoridades municipales y departamentales, CORTOLIMA y distintos actores sectoriales interesados en desarrollar proyectos en el área o bien que desarrollen actividades en la actualidad, con el fin que se generen acuerdos de ordenación y estos se incluyan en los Planes o Esquemas de Ordenamiento Territorial y Planes de Desarrollo Municipales y Departamentales.

7. REFERENCIAS

- Arroyave Maya, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, I., Andrade, L., & Ramos, K. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*, 5, 45–57.
- Beier, Paul; Majka, Dan; Jenness, J. (2006). Conceptual steps for designing wildlife corridors. *CorridorDesign Arizona USA*, 269, 23784–23789.
- Bennett, A. F. (2003). Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. In *Linkages in the landscape : the role of corridors and connectivity in wildlife conservation* (Issue September). <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2004.fr.1.en>
- Bogardi, J. J., & Nachtnebel, H. (1994). Multicriteria decision analysis in water resources management. In *Multicriteria decision analysis in water resources management* (Issue June, p. 469).
- Botero-Botero, Á., Correa-Viana, M., Torres-Mejía, A. M., Utrera, A., & Kattan, G. (2016). Extensión de presencia y área de ocupación de la nutria neotropical (*Lontra Longicaudis*) en La Cuenca del río la vieja, alto Cauca, Colombia. *Boletín Científico Del Centro de Museos*, 20(1), 101–115. <https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.1.8>
- Bowyer, R. T., Blundell, G. M., Ben-David, M., Jewett, S. C., Dean, T. A., & Duffy, L. K. (2003). Effects of the Exxon Valdez oil spill on river otters: Injury and recovery of a sentinel species. *Wildlife Monographs*, 153, 1–53.
- Buzai, G. D., & Baxendale, C. A. (2015). Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica marco conceptual basado en la teoría de la geografía. *Ciencias Espaciales*, 8(2), 391–408. <https://doi.org/10.5377/ce.v8i2.2089>
- Castillo-Ayala C. (2016). *Modelo de distribución de Lagothrix lagothricha ID PRI-667*.

- Cheng, B., Li, H., Yue, S., & Huang, K. (2019). A conceptual decision-making for the ecological base flow of rivers considering the economic value of ecosystem services of rivers in water shortage Áreas of Northwest China. *Journal of Hydrology*, 578(August), 124126. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124126>
- Cifuentes, E. F., Ramírez, M. A., León, J., Galvis, N., & Stevenson, P. R. (2013). *Dieta de los churucos colombianos* (. July 2009, 294–312.
- Clavijo-Garzón, S., Romero-García, J., Enciso-Calle, M. P., Viuche-Lozano, A., Herrán-Medina, J., Vejarano-Delgado, M. A., & Bernal, M. H. (2018). Lista actualizada de los anfibios del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana*, 19(2), 64–72. <https://doi.org/10.21068/c2018.v19n02a06>
- Correa Ayram, C. A., Etter, A., Díaz-Timoté, J., Rodríguez Buriticá, S., Ramírez, W., & Corzo, G. (2020). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*, 117(June), 106630. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106630>
- Cortolima. (2017). Portafolio de áreas prioritarias para la conservación y compensación por pérdida de biodiversidad del Tolima. *Programa Medio Ambiente Colombia (PROMAC) - GIZ*, 4D Element(Tolima-Ibagué), 47.
- CORTOLIMA. (2017). *Formulación POMCA del río Luisa y otros directos al Magdalena*. CORTOLIMA.
- CORTOLIMA. (2018). *Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del Tolima “Ruta Dulima. El Tolima enfrenta el cambio en el clima*. CORTOLIMA.
- CORTOLIMA, & Universidad Nacional de Colombia. (2015). *Contrato Interadministrativo No. 052-2013*. CORTOLIMA - UNIVERSIDAD NACIONAL.
- Cuizano, N. A., Llanos, B. P., & Navarro, A. E. (2009). Aplicaciones Ambientales De La Adsorción Mediante Biopolímeros Naturales: Parte 1- Compuestos Fenólicos. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 75(4), 495–508.
- Defler, T. R. (2010). Historia Natural de los Primates Colombianos. In *Conservación Internacional* (2nd ed., Vol. 154, Issue June 2010).
- Defler, T., Stevenson, P., Bueno, M., & Guzmán-carro, D. (2013). *PRIMATES COLOMBIANOS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN Compendio de resúmenes y abstracts*. May 2019, 31.
- Dueñas-López, G., Rosas Rosas, O. C., Chapa-Vargas, L., Bender, L. C., Tarango-Arámbula, L. A., Martínez-Montoya, J. F., & Alcántara-Carbajal, J. L. (2015). Connectivity among jaguar populations in the Sierra Madre Oriental, México. *Therya*, 6(2), 449–468. <https://doi.org/10.12933/therya-15-257>
- Enrique, J., & Rodriguez, C. (n.d.). *Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna de Coya* *Plan de Manejo Ambiental (PMA) Humedal Laguna de Coya*. 1–256.
- FEDESARROLLO. (2019). *Política General de Ordenamiento Territorial*. 84.
- Fick, S. E. (2017). *WorldClim 2 : new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land Áreass*. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Forero-Medina, G., Yusti-Muñoz, A. P., Castaño-Mora, O. V. (2019). *Modelo de distribución de Podocnemis lewyana* ID HER-441.
- Franco, N. (2018). *PLAN DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL OSO ANDINO (Tremarctos ornatus) ornatus*) EN

REPORTE DE ANÁLISIS REGIONAL DEL

Centro y Sur Tolima (RAR - CST)

LA JURISDICCIÓN CAR CUNDINAMARCA. *Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR Dirección de Recursos Naturales DRN - Grupo de Biodiversidad*, 1–47.

GBIF. (2020). *Pristimantis occurrence*.

González-Zárate, A., Montenegro, O., Castaño-Mora, O. V., & Vargas-Ramírez, M. (2014). Abundancia, estructura poblacional y conservación de *Podocnemis lewyana* (podocnemididae) en el Río Prado, Colombia. *Acta Biologica Colombiana*, 19(3), 351–361. <https://doi.org/10.15446/abc.v19n3.41565>

González-Zárate, A., Montenegro, O. L., & Castaño-Mora, O. V. (2011). Caracterización del hábitat de la tortuga de río *Podocnemis lewyana*, en el río Prado, aguas abajo del embalse de Hidroprado, Tolima, Colombia. *Caldasia*, 33(2), 471–493.

IDEAM-MADS-UDCA. (2015). *Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia*. IDEAM, MADS, UDCA.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, F. (2017). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo por Cambio Climático en Colombia*.

IDEAM. (2010a). *Estudio Nacional del Agua*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM. (2010b). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land-Cover adaptada para Colombia*.

IDEAM. (2012). *Zonificación de la degradación de suelos por erosión a escala 1:10.000*. IDEAM.

IDEAM. (2013). *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia*. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.

IDEAM. (2014a). *Estudio Nacional del Agua*. IDEAM.

IDEAM. (2014b). MEMORIA DESCRIPTIVA MAPAS DE INUNDACIÓN DEPARTAMENTO DE TOLIMA Escala 1:100.000. *Memoria Descriptiva Mapas de Inundación Departamento de Tolima 1:100.000*, 96, 27.

IDEAM. (2017a). *Atlas Climatológico de Colombia*. IDEAM-Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental-Grupo de suelos y Tierras.

IDEAM. (2017b). *Mapa Digital de Ecosistemas Continentales, Marinos y Costeros. Escala 1:100.000*.

IDEAM. (2019a). *Estudio del Agua 2018*.

IDEAM. (2019b). *INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE DATOS ABIERTOS*.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA. (2015). Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 Herramientas Científica para los Tomadores de Decisione- Enfoque Nacional - Departamental: Tercera Comunicacion Nacional de Cambio Climatico. In *BMC Genetics* (Vol. 13, Issue 114). IDEAM. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-13-58>

ISRIC World Soil Information. (2019). *SoilGrid Proyect*.

IUCN Standards and Petitions Committee. (2019). IUCN Standards and Petitions Committee. *Standards*

INSTRUMENTO DE REGIONALIZACIÓN

Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales

- and Petitions Committee, 7(August), 1–60.
- Jacobson. (2005). Atmospheric pollution: history, science and regulation. In *New York: Cambridge University Press* (pp. 3–226).
- JAXA/MET. (2020). *ALOS Palsar Imagery*.
- Lonsdale, J. A., Nicholson, R., Judd, A., Elliott, M., & Clarke, C. (2020). A novel approach for cumulative impacts assessment for marine spatial planning. *Environmental Science and Policy*, 106(January), 125–135.
- Ministerio, A. (2016). *Plan de manejo para la conservación de las nutrias*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*.
- Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P., & Bock, B. C. (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia* (M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, V. P. Páez, & B. C. Bock (eds.)). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad de Antioquia.
- Orgill-Meyer, J., Jeuland, M., Albert, J., & Cutler, N. (2018). Comparing Contingent Valuation and Averting Expenditure Estimates of the Costs of Irregular Water Supply. *Ecological Economics*, 146(September 2017), 250–264. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.10.016>
- Osorio, Á. A. (2016). La multifuncionalidad de los sistemas tradicionales de producción de agricultores familiares en el sur del Tolima. *Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia - Corporación Universitaria Minuto de Dios - Agrosolidaria*, 185–210.
- Páez, V., Gallego-García, N., & Restrepo, A. (2016). Podocnemis lewyana, Magdalena River Turtle. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016: E.T17823A1528580*, 8235.
- Pérez, L. M. F., Hincapié-Usma, P. A., Restrepo, C. A., Balaguera-Reina, S. A., & Guevara, G. (2020). Distribution and habitat use intensity of the neotropical otter (Lontra longicaudis) in a colombian hydroelectric dam. *Revista de Biología Tropical*, 68(S2), 177–189. <https://doi.org/10.15517/RBT.V68IS2.44348>
- Pessacg, N., Flaherty, S., Brandizi, L., Rechencq, M., García Asorey, M., Castiñeira, L., Solman, S., & Pascual, M. (2018). Producción de agua en la cuenca del río Lima: Modelado y Calibración. *Meteorologica*, 43(2), 3–23.
- Prenda, J., Lpez-Nieves, P., & Bravo, R. (2001). Conservation of otter (Lutra lutra) in a Mediterranean Areas: The importance of habitat quality and temporal variation in water availability. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 11(5), 343–355. <https://doi.org/10.1002/aqc.454>
- REMTAVARES. (2008). *Tratamiento de aguas contaminadas por fenol mediante el proceso Fenton heterogéneo*.
- Resolución 2254. (2017). Resolución 2254 de 2017, de 01 de noviembre. *Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Diario 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, Diario Oficial N° 46239, 12 abril de 2006*.
- Rheingantz, M. L., de Menezes, J. F. S., & de Thoisy, B. (2014). Defining Neotropical otter Lontra longicaudis

- distribution, conservation priorities and ecological frontiers. *Tropical Conservation Science*, 7(2), 214–229. <https://doi.org/10.1177/194008291400700204>
- Ríos, M. M., Londoño, G. A., & Muñoz, M. C. (2005). Densidad poblacional e historia natural de la pava negra (Aburria aburri) en los Andes Centrales de Colombia. *Ornitología Neotropical*, 16(2), 205–217.
- RUNAP. (2020). *MAPA DE ÁREAS PROTEGIDAS DE COLOMBIA*.
- Servicio Geológico Colombiano. (2015). *Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa Escala 1:100.000 Plancha 280 - Palmira*.
- Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., K, J. (2018). *InVEST 3.7.0.post17+ug.hbeb7e1912b14 User's Guide*.
- Sierra Ramirez, C. A. (2011). Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico. In *Universidad de Medellín* (Issue 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Superintendencia de Servicios Públicos. (2018). *SUI*.
- Underhill, J. E., & Angola, P. G. (2000). Effects of roads on wildlife in an intensively modified landscape. *Environmental Reviews*, 8(1), 21–39. <https://doi.org/10.1139/er-8-1-21>
- Vardon, M., Keith, H., & Lindenmayer, D. (2019). Accounting and valuing the ecosystem services related to water supply in the Central Highlands of Victoria, Australia. *Ecosystem Services*, 39(January), 101004. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101004>
- Vargas-Ramírez, M., Stuckas, H., Castaño-Mora, O. V., & Fritz, U. (2012). Extremely low genetic diversity and weak population differentiation in the endangered Colombian river turtle *Podocnemis lewyana* (Testudines: Podocnemididae). *Conservation Genetics*, 13(1), 65–77. <https://doi.org/10.1007/s10592-011-0263-4>
- Velásquez-Tibatá J. (2017). *Modelo de distribución de Aburria aburri ID AVE-349*.

Reporte de Análisis Regional del

Centro y Sur Tolima (RAR-CST)



Enero 2021