



Institución Universitaria

Análisis de la Articulación Normativa y las Acciones del Estado en el Tratamiento de Aguas Residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, para Medir el Impacto en la Sostenibilidad.

Álvaro de Jesús López Galvis

Instituto Tecnológico Metropolitano

Facultad

Medellín Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colombia

Abril, 2025

Análisis de la Articulación Normativa y las Acciones del Estado en el Tratamiento de Aguas Residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, para Medir el Impacto en la Sostenibilidad.

Álvaro de Jesús López Galvis

Trabajo de profundización presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Desarrollo Sostenible

Director:

Jhonny Alexander Herrera Mejía
Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Línea de Investigación:

Planificación y el ordenamiento sostenible del territorio

Grupo de Investigación:

Didáctica y Modelamiento en Ciencias Exactas y Aplicadas (DAVINCI)

Instituto Tecnológico Metropolitano

Facultad

Medellín Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación Colombia

Abril, 2025

Dedicado

A mis hijas, Antonia e Isabella mi mayor inspiración y motivación.

Que este trabajo les recuerde siempre la importancia de seguir sus sueños y trabajar por un mundo mejor.

“Debemos dejar el mundo en mejores condiciones de cómo lo encontramos”. BP. Un planeta más sostenible, más solidario, más igualitario y, sobre todo, en paz.

"La sostenibilidad no se trata de hacer menos daño, sino de hacer más bien." - Jochen Zeitz

Agradecimientos

Al culminar esta nueva etapa académica en mí vida, iniciada tarde tal vez, pero con la motivación del joven principiante quiero agradecer desde mi corazón a quienes de alguna manera u otra motivaron la realización de este trabajo de maestría.

En primer lugar, agradezco a mi empresa y segunda familia, la Corporación Autónoma regional de los ríos Negro y Nare - CORNARE, por brindarme la oportunidad y los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto, especialmente a los directores generales Javier Parra Bedoya, mentor y guía en el conocimiento del desarrollo sanitario de la región y Javier Valencia González, líder comprometido y visionario, quienes además de guiar la misión de desarrollo sostenible del Oriente de Antioquia, han mantenido la política de bienestar laboral en la corporación, incentivando la calificación del personal para el mejoramiento de competencias, lo que permitió culminar con éxito la maestría, haciendo evidente siempre el slogan corporativo. “El hombre por naturaleza”. Su compromiso con el desarrollo sostenible ha sido una fuente constante de inspiración

A mis profesores y compañeros del ITM, quienes con sus enseñanzas han enriquecido mi formación académica y personal. De manera especial a la profesora Marta Luz Arango Uribe. por su compromiso incondicional con la formación, su disponibilidad permanente y generosidad. De igual manera a mi director de tesis, Jhonny Alexander Herrera Mejía por su invaluable guía, su experiencia y consejos prácticos fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A mis hijas, Isabella y Antonia, por su gran amor y entendimiento, al ceder el tiempo de recreación y compartir en familia durante dos años, para ser dedicado en su mayoría a mis estudios, su apoyo y comprensión ha sido mi mayor motivación para alcanzar esta meta.

A mi pareja, Mónica: Por su gran paciencia, comprensión y amor, por estar siempre a mi lado, brindándome ánimo en los momentos más difíciles, pero además, sumando con su experiencia y conocimientos normativos.

A mi madre, ejemplo de disciplina, compromiso, generosidad, amor y unión familiar, con su apoyo de madre, escucha y consejos mantuve siempre el ánimo alto y la meta firme.

Por último, agradezco infinitamente a mis hermanos. Claudia, Erika y Francisco, por apoyarme e impulsarme en mis inicios académicos, que en aquellas épocas de escases, dieron de lo poco que se tenía para que siendo el hermano mayor, pudiera lograr mi sueño de ser ingeniero y hoy 30 años después pueda recoger los frutos de un gran ejercicio profesional y seguir alimentando mi espíritu académico, para el servicio de la sociedad. Nunca es tarde para agradecer y reconocer.

.

Resumen

La disposición inadecuada de Aguas Residuales Domésticas (ARD) sin tratamiento, al suelo y fuentes, afectan de manera directa la salud, la calidad de vida, por ende, las condiciones de producción de la población, así como también la integridad de las cuencas hidrográficas en general, de manera particular las fuentes de agua, creando ambientes insalubres que propician enfermedades que afectan la supervivencia de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Las descargas a cielo abierto generan emisiones de gas Metano (CH_4) a través de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, por lo tanto, el estado colombiano ha propiciado de manera continuada herramientas legislativas para ordenar, administrar y conservar los recursos naturales, así como también destina recursos técnicos, de investigación, logísticos y financieros para mejorar la infraestructura de servicios públicos, acortando las brechas sociales con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población, aportar al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), de manera particular al ODS 6, agua potable y saneamiento básico disminuyendo la emisión de GEI.

Se determinará la efectividad de las acciones del Estado, a través de un compendio de la normatividad relacionada al tratamiento de las aguas residuales, seguidamente se compilará información secundaria producto del ejercicio de la autoridad ambiental en la jurisdicción para el aprovechamiento de los recursos naturales, se recogerá información relevante de las inversiones ejecutadas en infraestructura de saneamiento, realizadas en la Cuenca del río Negro en el oriente de Antioquia. Al final, el impacto será determinado en relación con las acciones realizadas por el Estado, desde la planificación, la normatividad existente y las inversiones realizadas, teniendo en cuenta la relevancia para el mejoramiento de las condiciones sanitarias de la población.

Palabras clave: agua residual, cuenca fluvial, legislación ambiental, acciones del estado, gestión ambiental, saneamiento.

Abstract

The inadequate disposal of untreated domestic wastewater (DWA) into the soil and water sources in the eastern region of Antioquia directly affects the health, quality of life and, therefore, the production conditions of the population, as well as the integrity of watersheds in general, particularly water sources, creating unhealthy environments that promote diseases that affect the survival of terrestrial and aquatic ecosystems. Open-pit discharges generate methane gas (CH₄) emissions through the anaerobic decomposition of organic matter. The state has continuously provided legislative tools to organize, manage and conserve natural resources, as well as allocating technical, research, logistical and financial resources to improve the infrastructure of public services, narrowing social gaps in order to improve the quality of life of the population, contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals, and reduce GHG emissions.

The effectiveness of the state's actions will be determined through a compendium of the regulations related to wastewater treatment, followed by the compilation of secondary information resulting from the exercise of the environmental authority in the jurisdiction for the use of natural resources, relevant information will be collected on the investments made in the execution of sanitation infrastructure in the Negro River Basin in the east of Antioquia. At the end, the impact will be determined in relation to the actions carried out by the state, from the planning, the existing regulations and the investments made, taking into account the relevance for the improvement of the sanitary conditions of the population.

Keywords: waste water, hydrological basins, Drainage area, Environmental legislation state actions, Environmental control, sanitation.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	VII
Lista de figuras	11
Lista de tablas	13
Lista de Símbolos y abreviaturas.....	15
Introducción	1
1. Estado del Arte y Marco Teórico.....	4
1.1 Estado del Arte.....	4
1.2 Marco Teórico	6
1.2.1 Desarrollo sostenible y sostenibilidad.....	6
1.2.2 Gobernanza	7
1.2.2.1 Gobernanza Ambiental o de los Recursos Naturales.....	7
1.2.2.2 La Gobernanza en los Servicios Públicos.....	8
1.2.3 Marco normativo	10
1.2.4 Instrumentos de planificación	12
1.2.4.1 Instrumentos de orden Nacional.....	13
1.2.4.2 Instrumentos de orden Departamental.....	13
1.2.4.3 Instrumentos de planificación de orden Regional.....	13
2. Planteamiento del problema.....	17
2.1 Justificación.....	23
2.1.1 Vacíos o brechas identificadas	25
2.2 Hipótesis y Predicciones	26
2.2.1 Hipótesis	26
2.2.2 Predicciones.....	26
3. Objetivos y metodología.....	27
3.1 Objetivos	27
3.1.1 Objetivo general	27
3.1.2 Objetivos específicos	27
3.2 Metodología	29
3.2.1 Enfoque y tipo de investigación	29
3.2.2 Método	29
3.2.3 Población o grupo focal de estudio.....	32
3.2.4 Lugar de estudio	33
4. Resultados.....	37

4.1	Revisión y gestión documental.....	37
4.1.1	Producción normativa	37
4.1.2	Instrumentos de planificación.....	56
4.1.2.1	Instrumentos de orden Nacional.....	56
4.1.2.2	Instrumentos de planificación de orden departamental.....	64
4.1.2.3	Instrumentos de planificación regional	65
4.1.2.4	Acciones de la autoridad ambiental.	99
4.2	Análisis	105
4.2.1	Instrumentos de planificación.....	117
4.3	Evaluación y desarrollo de lineamientos	130
4.3.1	Lineamientos para medir el impacto de las acciones ejecutadas por el estado en el tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, para validar el cumplimiento de los pilares del desarrollo sostenible.	138
5.	Conclusiones y recomendaciones	143
5.1	Conclusiones	143
5.2	Recomendaciones	149
	Bibliografía.....	153

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Gobernanza en el manejo de las aguas residuales.....	10
Figura 2 Distribución geográfica de la jurisdicción de Cornare por regionales	20
Figura 3 Diseño metodológico	30
Figura 4 Cuenca del río Negro y sus principales afluentes	34
Figura 5 Límite de la cuenca del río Negro	35
Figura 6 Municipios que conforman la cuenca del río Negro por rango de elevación (msnm)	36
Figura 7 Evolución producción normativa en Colombia 2000 - 2023.....	38
Figura 8 Descripción objetivo 3, de La PNGIRH	58
Figura 9 ICA en las estaciones del río Magdalena 2021	60
Figura 10 ICA en Colombia en el año 2021	61
Figura 11 Carga contaminante potencialmente vertida a las corrientes hídricas.....	62
Figura 12 Distribución y clasificación del río Negro y sus afluentes principales.....	66
Figura 13 Estado de los PSMV en la jurisdicción de Cornare	84
Figura 14 PTAR con permiso de vertimiento en la región	87
Figura 15 Municipios que hacen parte del POMCA del río Negro	95
Figura 16 Participación de los municipios en el área de la cuenca	96
Figura 17 Inversión en el POMCA del río Negro periodo 2019-2022.....	97
Figura 18 Distribución de las PTAR en la cuenca del río Negro.....	113
Figura 19 Estado de Operación de las PTAR	113
Figura 20 Cumplimiento resolución No 631del 2015.....	114
Figura 21 Legalidad de los permisos ambientales	115
Figura 22 Acciones de Autoridad ambiental 2016-2023 en la cuenca del río Negro.....	117
Figura 23 Reducción de carga contaminante en la jurisdicción de Cornare 2017- 2023.	118
Figura 24 Cumplimiento meta de Carga contaminante DBO ₅ en la cuenca del río Negro 2017- 2023	120
Figura 25 Cumplimiento meta de Carga contaminante SST en la cuenca del río Negro 2017-2023	121

Figura 26 Cobertura en saneamiento para DBO ₅ en las PTAR cabeceras urbanas de la región Cornare periodo 2017-2023	122
Figura 27 Cobertura en saneamiento para SST en las PTAR cabeceras urbanas de la región Cornare periodo 2017-2023	122
Figura 28 Categorización del índice de calidad del agua Cuenca del rio Negro	123
Figura 29 Inversión en saneamiento básico por municipios.....	128
Figura 30 Prestadores de servicio público de alcantarillado en la cuenca del rio Negro	129
Figura 31 Comparativo de la cobertura en tratamiento de aguas residuales en Colombia, Antioquia y la cuenca del rio Negro.....	144

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Área jurisdicción de Cornare por regionales	19
Tabla 2 Normatividad relacionada con el tratamiento de aguas residuales en Colombia	39
Tabla 3 Categorización del índice de calidad del agua.....	59
Tabla 4 Carga contaminante generada por los sectores usuarios y removida en sistemas de tratamiento de aguas residuales, en el año 2020.....	63
Tabla 5 Tramos en las fuentes principales la cuenca del rio Negro.....	67
Tabla 6 Línea base y meta global quinquenal anualizada cuenca del rio Negro, acuerdo No 365 de julio 17 del 2017.	68
Tabla 7 Línea base y meta global quinquenal anualizada cuenca del rio Negro, acuerdo No 430 de octubre 28 del 2022.....	68
Tabla 8 Meta establecida en PORH de la cuenca del rio Negro en el primer quinquenio periodo 2017- 2021.....	69
Tabla 9 Objetivos de calidad para los tramos y usos del agua del rio Negro.....	70
Tabla 10 Objetivos de calidad para tramos y usos del agua de la quebrada La Pereira.	74
Tabla 11 Objetivos de calidad para tramos y usos del agua de la quebrada La Cimarrona	77
Tabla 12 Objetivos de calidad para tramos y usos del agua de la quebrada La Mosca..	78
Tabla 13 Objetivos de calidad para los tramos y usos Del agua de la quebrada La Marinilla, Chachafruto y El Salado.....	80
Tabla 14 Estado de los PSMV En la jurisdicción Cornare 2023	84
Tabla 15 PTAR con permiso de vertimiento en los municipios de la jurisdicción Cornare.	85
Tabla 16 PTAR en la cuenca del rio Negro	87
Tabla 17 Procedimientos sancionatorios, relacionados con el cumplimiento del PSMV y los permisos de vertimientos en los municipios de la jurisdicción Cornare	90
Tabla 18 Estado de los POT de los municipios de la cuenca del rio Negro	98
Tabla 19 Cumplimiento normativo PTAR urbanas en la cuenca del rio Negro, 2023	101

Tabla 20 Inversión en el tratamiento de las aguas residuales en los municipios de la cuenca del río Negro 2016-2023	102
Tabla 21 Gobernanza de las PTAR de la Cuenca del río Negro	103
Tabla 22 Normatividad relacionada con el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Negro	106
Tabla 23 Permisos de vertimientos otorgados en la cuenca del río Negro periodo 2016 - 2023.....	108
Tabla 24 Acciones de Control y seguimiento a permisos en la Cuenca periodo 2016 - 2023.....	108
Tabla 25 Quejas atendidas por vertimientos al suelo o a fuentes hídricas en la cuenca en el periodo 2016 - 2023.	109
Tabla 26 Sancionatorios por vertimientos en la Cuenca periodo 2016-2023.....	110
Tabla 27 Cumplimiento normativo de las PTAR en la cuenca del río Negro	111
Tabla 28 Procesos sancionatorios, relacionados con el cumplimiento del PSMV y los permisos de vertimientos en los municipios de la Cuenca del río Negro.	116
Tabla 29 Consolidado de acciones de autoridad ambiental en la cuenca del río Negro, periodo 2016-2019.	117
Tabla 30 Reducción adicional a la meta de Carga contaminante DBO ₅ periodo 2017-2023	119
Tabla 31 Reducción adicional a la meta de Carga contaminante SST periodo 2017-2023	120
Tabla 32 Consolidado ICA para cada tramo ordenado de la cuenca del río Negro periodo 2017-2022.....	124
Tabla 33 Componentes del proceso metodológico	134

Lista de Símbolos y abreviaturas

A continuación, se listarán los símbolos y abreviaturas más recurrentes en el presente documento, que permitirán un mayor entendimiento de su contenido.

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término
<i>CH₄</i>	Gas Metano
<i>CO₂</i>	Dióxido de Carbono
<i>Ha</i>	Hectárea

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>Abstrac</i>	<i>Abstracto</i>
<i>Aeropuerto JMC</i>	<i>Aeropuerto José María Córdoba</i>
<i>ARD</i>	<i>Aguas Residuales Domesticas</i>
<i>ARnD</i>	<i>Aguas Residuales no Domesticas</i>
<i>CE</i>	<i>Conectividad Eléctrica</i>
<i>CEPAL</i>	<i>Comisión Económica para América Latina</i>
<i>CONPES</i>	<i>Consejo Nacional de Política Económica y Social</i>
<i>CORANTIOQUIA</i>	<i>Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia</i>
<i>Cornare</i>	<i>Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare</i>
<i>DAES</i>	<i>Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas</i>
<i>DANE</i>	<i>Departamento Nacional de Estadística</i>
<i>DBO</i>	<i>Demanda Biológica de Oxígeno</i>

Abreviatura	Término
<i>DQO</i>	<i>Demanda Química de Oxígeno</i>
<i>DWA</i>	<i>Untreated domestic wastewater</i>
<i>ENA</i>	<i>Estudio Nacional del Agua</i>
<i>GEI</i>	<i>Gases Efecto Invernadero</i>
<i>IACAL</i>	<i>Índice de Alteración Potencial del Agua</i>
<i>ICA</i>	<i>Índice de Calidad del Agua</i>
<i>IDEAM</i>	<i>instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</i>
<i>IGM</i>	<i>Iniciativa Global de Metano</i>
<i>IRNA</i>	<i>Informe de los Recursos Naturales y el ambiente de Antioquia</i>
<i>MADS</i>	<i>Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible</i>
<i>MEGA</i>	<i>Meta Empresarial Grande y Ambiciosa</i>
<i>MVDT</i>	<i>Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial</i>
<i>NP</i>	<i>Fosforo Total</i>
<i>NT</i>	<i>Nitrógeno Total</i>
<i>ODS</i>	<i>Objetivos de Desarrollo Sostenible</i>
<i>OMS</i>	<i>Organización Mundial de la Salud</i>
<i>ONU</i>	<i>Organización de las Naciones Unidas</i>
<i>PDA</i>	<i>Plan Departamental de Aguas</i>
<i>PGAR</i>	<i>Plan de Gestión Ambiental Regional</i>
<i>PMAR</i>	<i>Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales</i>
<i>PND</i>	<i>Plan Nacional de Desarrollo</i>
<i>PNGIRH</i>	<i>Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico</i>
<i>POMCA</i>	<i>Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica</i>
<i>POT</i>	<i>Plan de Ordenamiento Territorial</i>
<i>PSMV</i>	<i>Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos</i>

Abreviatura	Término
<i>PTAR</i>	<i>Planta de Tratamiento de Aguas Residuales</i>
<i>RAS</i>	<i>Reglamento de Agua potable y Saneamiento</i>
<i>SICA</i>	<i>Sistema Integrado de Calidad del Agua</i>
<i>SIG</i>	<i>Sistema de Información Geográfico</i>
<i>SINA</i>	<i>Sistema Nacional Ambiental</i>
<i>SIRH</i>	<i>Sistema de Información del Recurso Hídrico</i>
<i>SST</i>	<i>Sólidos Totales Suspendedos</i>
<i>STAR</i>	<i>Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales</i>
<i>SUPERSERVICIOS</i>	<i>Superintendencia de Servicios Públicos</i>
<i>UNICEF</i>	<i>The United Nations Children's Fund</i>
<i>Vías 4G</i>	<i>Vías de Cuarta Generación</i>
<i>VSN</i>	<i>Valle de San Nicolas</i>

Introducción

El tratamiento de aguas residuales es un componente crítico para la sostenibilidad ambiental, la salud pública y la calidad de vida de la población, especialmente en regiones con alta densidad poblacional, desarrollo urbano y actividad industrial, como lo es la cuenca del río Negro en Antioquia, donde la articulación entre el componente normativo y las acciones del estado desempeñan un papel fundamental en la gestión eficiente en la calidad del recurso hídrico, asegurando que las prácticas de tratamiento de aguas residuales no solo cumplan con los estándares legales, sino que también contribuyan al desarrollo sostenible de la región.

Por lo tanto, este trabajo de profundización se centró en evaluar cómo las normativas vigentes y las acciones implementadas por el estado en el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Negro impactan la sostenibilidad, considerando la articulación normativa como la coherencia entre la alineación de las leyes, regulaciones y políticas que rigen el tratamiento de aguas residuales, mientras que las acciones del estado incluyen el diseño e implementación de instrumentos de planificación, las actuaciones de autoridad ambiental, de acuerdo a sus competencias, las inversiones realizadas en infraestructura de saneamiento, así como la gobernanza en el tratamiento de las aguas residuales.

En este sentido, medir el impacto de estas acciones en la sostenibilidad permitirá identificar fortalezas y áreas de mejora, así como garantizar que los esfuerzos realizados contribuyan de manera efectiva a la protección del medio ambiente y al bienestar de las comunidades locales. Por lo tanto, este análisis busca proporcionar una visión integral de la situación actual, destacando los logros alcanzados, así como los desafíos pendientes, ofreciendo recomendaciones para fortalecer la gestión de aguas residuales en la cuenca del río Negro.

Así las cosas, el análisis de la articulación normativa y las acciones del estado en el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Negro en el Oriente de Antioquia, es fundamental para evaluar el impacto en la sostenibilidad, por lo tanto, en el presente estudio se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones específicas:

El marco normativo y la regulación en materia de saneamiento básico, desde el orden nacional hasta las regulaciones locales, examinado las leyes, regulaciones y políticas específicas a nivel local que afectan el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Negro en El Oriente de Antioquia. Esto incluye los acuerdos municipales, los acuerdos del conejito directivo de la CAR, las políticas de gestión ambiental y cualquier otra normativa relevante.

La planificación y gestión del recurso hídrico en la cuenca, analizando cómo se integran las acciones relacionadas con el tratamiento de las aguas residuales en los instrumentos de planificación a nivel local, regional y nacional.

La Infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales, identificando los sistemas existentes en cada municipio de la cuenca, determinado el tipo de tratamiento instalado, la tecnología usada, su cumplimiento normativo, la cobertura y la necesidad de mejorar o expandir los sistemas.

El monitoreo y cumplimiento normativo, analizando cómo se monitorea y se cumplen los requerimientos normativos en el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Negro, a través de las acciones de autoridad ambiental.

Participación comunitaria y sensibilización pública, considerando la participación de la comunidad local en el proceso de tratamiento de aguas residuales y la sensibilización pública sobre la importancia de la gobernanza con participación social.

El Impacto en la sostenibilidad, evaluando el impacto de las acciones del estado en el tratamiento de aguas residuales en la sostenibilidad de la cuenca y formulando lineamientos que permitirán su determinación.

En resumen, este estudio pretende ser una herramienta valiosa para los responsables de tomar de decisiones, los investigadores y la comunidad en general, promoviendo una gestión más sostenible y eficiente del recurso hídrico en la región, articulando todas las acciones del estado, tanto normativas como de los diferentes instrumentos de planificación, de tal manera que sean un insumo primordial para decidir, tanto en el ordenamiento del territorio como en las inversiones necesarias para la construcción de infraestructura de los sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR), considerando además, la participación social como un mecanismo de apropiación y gobernanza del recurso, en coherencia con la premisa del plan nacional de desarrollo 2022- 2026, el ordenamiento del territorio a partir del agua.

1.Estado del Arte y Marco Teórico

1.1 Estado del Arte

El crecimiento permanente de la población mundial, su concentración en las zonas urbanas, periurbanas (PMAR 2020-2050, 2022) (Uhlenbrook & Unesco, 2019), de las ciudades, municipios y centros poblados, aumenta de manera considerable el impacto sobre los recursos hídricos causado por las descargas de aguas residuales municipales (Galvis et al., 2018). Según el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (DAES) el crecimiento de la población urbana mundial pasó de 2.3 mil millones en 1990 a casi 3.9 mil millones en el 2014 (DAES, 2014) y a 4.2 mil millones en el año 2019, de las cuales, el 55% de las personas aún no tenían acceso a servicios sanitarios gestionados de forma segura (Uhlenbrook & Unesco., 2019).

En consecuencia, el tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas (ARD) y no domesticas (ARnD), expresado como la recolección transporte, tratamiento y disposición final al suelo o a una fuente superficial, desde siempre se ha considerado como un indicador de calidad de vida, necesario para combatir la pobreza; fue priorizado en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (2000–2015) (Uhlenbrook & Unesco., 2019), en año 2015, se constituyen los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible, donde se incluyó nuevamente en el ODS 6, Agua Limpia y saneamiento básico (ONU, 2022), con metas a cumplir al año 2030, con el propósito de reducir los vertimientos directos al suelo o las fuentes de agua sin algún tratamiento previo, así mismo, disminuir al máximo las cargas contaminantes vertidas expresadas en Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Solidos Totales Suspendidos(SST) en cumplimiento los parámetros normativos permisible para garantizar el menor impacto ambiental posible, disminuyendo las afectaciones a la salud pública por enfermedades relacionadas con el tratamiento de aguas residuales (Galvis et al., 2018; Rodríguez Miranda et al., 2016a).

Según lo dicho en el Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019: no dejar a nadie atrás “en el mundo más del 80 por ciento de las aguas residuales se vierte a las fuentes hídricas sin tratamiento alguno, generando consecuencias irreversibles al medio ambiente y a la salud humana” (Uhlenbrook & Unesco., 2019). De otro lado, en Colombia se vierten 2.126 millones de metros cúbicos de aguas residuales municipales al año, que descargan 1.174.362 Ton/año de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), 2.906.556 Ton/año de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y 1.364.659 Ton/año de Sólidos Totales Suspendidos (SST) de los cuales el 70% son generados en el Área Hidrográfica (AH) o macrocuenca del Magdalena- Cauca, donde se concentra el 74% de la población del País (PMAR 2020-2050, 2022). En contraste con la carga generada en la cuenca del río Negro en el año 2021, donde fueron registradas 4.392.622 kg/año de DBO y 2.447.041 Kg/año de SST, en cuarenta y una (41) estación de monitoreo ubicadas sobre el río Negro, fuente hídrica principal de la cuenca (Cornare, 2021). Según el Plan nacional de manejo de Aguas Residuales Municipales (PMAR) 2020 – 2050 el país en el año 2020 tuvo un avance en la cobertura del 52,02% sobre el total del territorio nacional (PMAR 2020-2050, 2022).

Por consiguiente, para el cumplimiento de las metas establecidas en ODS 6 para el año 2030, se requieren cuantiosas inversiones representadas en miles de millones de dólares estadounidenses, para la construcción y mejoramiento de infraestructura necesaria para el tratamiento de las aguas residuales, de igual manera, es necesario la revisión de la normatividad relacionada con la autoridad ambiental, validando su coherencia y aplicabilidad. Según informe de la Unicef y la OMS, “Estado Mundial del SANEAMIENTO”, estima que, entre 2017 y 2030, los costos anuales para lograr el saneamiento universal serían de 105.000 millones de dólares (UNICEF/OMS, 2020).

Para este propósito, el país dispone de una gran producción de normas relacionadas para la planificación, el diseño, construcción, operación de los planes maestros de alcantarillados, para el cumplimiento de la meta en cobertura se tiene el Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales (PMAR) 2020 – 2050, instrumento formulado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT)

Acorde con lo anterior, en el contexto normativo se dispone de los dos últimos planes de desarrollo del gobierno nacional de los periodos 2018-2022 y 2022-2026, La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, La Política de Crecimiento Verde, Política Nacional de Cambio Climático, La estrategia de Economía Circular, La Política de Ciudades sostenibles, el Consejo Nacional de Política Económica y Social 4004 (CONPES) de economía circular (PMAR 2020-2050, 2022), a nivel regional se cuenta con el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca (POMCA) del río Negro, los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), el Plan de Ordenamiento del recurso hídrico (PORH), acogido por la resolución del consejo directivo N°112-5304 del 26 de octubre 2016 (Cornare, 2021). De igual manera, tanto el PMAR como el PORH, disponen de información relacionada con las inversiones realizadas en la planeación, construcción, mejoramiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las zonas urbanas, sin embargo, será necesario consultar información secundaria de las bases de datos del Plan Departamental de Aguas (PDA) del departamento de Antioquia con el fin de identificar las acciones realizadas por la gobernación en el área de estudio.

1.2 Marco Teórico

Para facilitar el entendimiento de esta investigación, se exponen a continuación los conceptos más relevantes relacionada con la legislación ambiental, los instrumentos de planificación para el manejo integral del recurso hídrico, las inversiones realizadas por el Estado para la adecuada disposición y tratamiento de las aguas residuales en los programas de saneamiento básico en la cuenca del río Negro en el Oriente del departamento de Antioquia, en el marco de la sostenibilidad.

1.2.1 Desarrollo sostenible y sostenibilidad

Según la comisión mundial del medio ambiente y desarrollo, de la asamblea general de las naciones unidas, en su informe titulado Nuestro futuro común del año 1987, definió el desarrollo sostenible como “asegurar que satisfaga las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”(NACIONES UNIDAS Asamblea General, 1987). De otro lado, Plinio Zarta Ávila, profesor de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colombia, en su artículo La

sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para La humanidad dice” El desarrollo sustentable es un proceso armonioso entre las distintas disciplinas del conocimiento, especialmente en lo económico, social, ambiental, cultural”(Zarta Ávila, 2018). Entendiéndose la sostenibilidad y la sustentabilidad como sinónimos.

De otro modo, Gilberto Gallopín asesor regional de política ambiental de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), dice que la sostenibilidad es la relación sistémica entre lo humano, lo ecológico y lo socio ecológico, entendiendo la vinculación directa entre sociedad y naturaleza (Gallopín, 2003). En resumen, el termino sostenibilidad ambiental puede entenderse como el equilibrio armónico entre el ser humano y la naturaleza.

1.2.2 Gobernanza

Puede entenderse como la relación entre gobierno y sociedad, o la capacidad del gobierno de dirigir a su comunidad y de proveer bienes públicos; así las cosas, la gobernanza tiene que ver con el proceso de gobernar, es decir, con la capacidad y eficacia directiva del gobierno corporativo para tomar decisiones que pueden llevar al éxito o declive de una organización. En las instituciones públicas, la gobernabilidad está orientada al cumplimiento de objetivos de importancia social, garantizando a sus comunidades seguridad, prosperidad y equidad (Aguilar, 2010)

La gobernanza entonces, se relaciona con la manera o capacidad de gobernar un país, una institución, o una organización, gestionando los recursos necesarios económicos, sociales y ambientales para el desarrollo de la organización de una manera sostenible (Westreicher, 2020). Considera la interrelación entre los diversos actores de la sociedad y los diferentes niveles al interior del gobierno, para construir una visión compartida, que garantiza el empoderamiento sobre las acciones o estrategias definidas para el logro con éxito de los objetivos propuestos.

1.2.2.1 Gobernanza Ambiental o de los Recursos Naturales. De acuerdo a la definición anterior, la gobernanza ambiental analiza la interrelación entre el gobierno, el mercado y la sociedad civil a través de mecanismos, procesos y políticas públicas necesarias para la toma de decisiones en la gestión responsable de los recursos naturales

que garantizan su conservación, uso eficiente con equidad y participación social, a través de la vinculación de los diferentes actores de la sociedad, como el gobierno y sus entes descentralizados, la empresa privada, las comunidades locales e indígenas, los grupos étnicos, colectivos sociales, organizaciones no gubernamentales, entre otros (MADS, 2021). De igual manera, promueve el aprovechamiento sostenible de los recursos, con la implementación de marcos legales regulatorios efectivos con transparencia, facilitando la rendición de cuentas, la toma de decisiones, y la distribución justa de los beneficios derivados de la explotación de los recursos naturales.

Ahora bien, en términos de gobernanza en la planificación del territorio existe los Consejos territoriales de planeación (CTP) que son instancias territoriales de planeación, creados por disposición constitucional para garantizar la participación ciudadana en la construcción y seguimiento de políticas públicas a nivel territorial, en virtud del principio de la planeación participativa; es pertinente precisar que, para el desarrollo y la gestión pública, el artículo 340 de la Constitución Política de Colombia, incluye como institución de carácter consultivo al Consejo Nacional de Planeación: “integrado por representantes de las entidades territoriales y de los sectores económicos, sociales, ecológicos, comunitarios y culturales. Lo anterior por cuanto la representación y vinculación de los Consejos Territoriales de Planeación, representan la sociedad, sus necesidades y expectativas, por lo cual son actores claves e influyentes en la planificación, regulación y desarrollo del territorio, que se concreta, con la participación activa en la construcción del Plan de Desarrollo y los Planes de Ordenamiento Territorial, es así como la Ley 388 de 1997 en el numeral 3 del artículo 24 le da funciones para conceptuar sobre el proyecto del plan de ordenamiento territorial elaborado por la Entidad.

1.2.2.2 La Gobernanza en los Servicios Públicos. Es la capacidad de las organizaciones públicas de gestionar los recursos comunes, proveer servicios públicos y administrarlos con autoridad, en este caso, los servicios de agua y saneamiento, implica no solo proporcionar estos servicios de manera efectiva y eficiente, sino también garantizar que sean accesibles para todos.(The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish (1), 2023)

En otras palabras, la gobernanza en las aguas residuales se refiere a la estructura y los procesos mediante los cuales se toman decisiones e implementan políticas para la gestión de las aguas residuales, donde se incluye la participación de diferentes actores, como gobiernos, comunidades, organizaciones no gubernamentales, así como el sector privado, tanto en la planificación, regulación, financiamiento, como en la operación, mantenimiento de los sistemas de tratamiento y disposición final de aguas residuales. Así pues, la gobernanza efectiva busca asegurar que las aguas residuales se gestionen de manera sostenible, equitativa y eficiente, protegiendo la salud pública y el medio ambiente.(Amilpa, 2011). En el contexto del tratamiento de las aguas residuales, la gobernanza se refiere a la consolidación de los intereses colectivos del gobierno y la sociedad para la protección del recurso hídrico, estableciendo políticas públicas y responsabilidades para la ejecución colaborativa entre todos los actores, así como estrategias financieras que permitan a ampliar la cobertura en la recolección, transporte y tratamiento.(WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas), 2017, p. 30)

La figura 1, esquematiza de manera universal el ejercicio de la gobernanza en el manejo de las aguas residuales, desde la formulación de políticas públicas que consideran el interés colectivo entre los individuos e instituciones, de acuerdo al principio de precaución y prevención ambiental “el que contamina paga”, para garantizar el acceso universal al saneamiento básico; finalmente, se proveen las leyes o reglamentos, que requieren la generación de instrumentos de planificación y control que determinaran la aplicación y administración en ellos diferentes niveles del gobierno.

Figura 1

Gobernanza en el manejo de las aguas residuales



Nota. Adaptado del *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los recursos Hídricos 2017*.(WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas), 2017, p. 31)

En consecuencia, según lo dicho por la OMS, en su informe, Estado mundial del saneamiento “La prestación de servicios de públicos sostenibles y eficaces no solo depende del estado de la infraestructura, sino también de un conjunto complejo de sistemas de gestión institucionales, de gobernanza y financieros “ (UNICEF/OMS, 2020).

1.2.3 Marco normativo

Lo constituye las diferentes disposiciones legales o instrumentos jurídicos establecidos en el país para lograr un impacto ambiental positivo. En el caso de esta investigación el marco normativo corresponderá al tema relacionado con la planificación, diseño, operatividad y gobernanza aplicables al tratamiento de las aguas residuales en

Colombia, considerando que desde el año 1974, el congreso de la república ha propiciado herramientas jurídicas para ordenar, administrar y conservar los recursos naturales en materia de servicios públicos, acortando las brechas sociales con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población, aportar al cumplimiento de los ODS y disminuir la emisión de los GEI. A continuación, se describen algunas disposiciones normativas más relevantes:

El Decreto- Ley 2811 de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, (1974), estableció que “Es función del Gobierno Nacional ejecutar la Política Ambiental, de manera directa o mediante la delegación a gobiernos seccionales o entidades especializadas, dentro de la cual se encuentra el desempeño de funciones encaminadas a la administración, uso, conservación y protección de los Recursos Naturales”

La constitución Política de la república de Colombia de 1991, es la carta magna del país, conocida como la constitución verde o la “Constitución ecológica”, acogió el concepto de desarrollo sostenible, dado por el Informe Brundtland de 1987, esta carta tiene 35 artículos relacionados con la protección del medio ambiente, establece:

“Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación ambiental para garantizar el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano...”(Constitución Política Colombia [Const]. Art 79. 80, 1991)

El Conpes 3810 del 2014, documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes), determina los lineamientos para de la política para el suministro de agua potable y saneamiento básico, tiene como propósito aumentar la población con acceso al agua potable y saneamiento básico en las áreas rurales del país, disminuyendo la brecha de pobreza entre la población urbana y rural (Conpes 3810, 2014).

El Decreto 1076 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible], “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible,”(2015), tiene como objetivo compilar y racionalizar las normas de carácter reglamentario que rigen el sector Ambiente, en su capítulo nueve (9) habla especialmente de la gestión, administración y manejo del recurso hídrico, de los instrumentos de

planificación de las cuencas hidrográficas, de sus planes de manejo, de las herramientas de verificación, seguimiento y monitoreo, la sección No 4, se refiere en su totalidad a la reglamentación y manejo de los vertimientos.

El Plan de desarrollo 2018-2022: establecido en la Ley 1955 del 2019, por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, Pacto por Colombia, Pacto Por La Equidad, (2019), cuyo objetivo principal fue “sentar las bases de legalidad, emprendimiento y equidad que permita lograr la igualdad de oportunidades para todos los colombianos”. Entre sus propósitos fundamentales, hizo énfasis en el “Agua y saneamiento” en el pacto por la sostenibilidad que busco mejorar la calidad del agua y del suelo para la prevención de los impactos en la salud pública y la reducción de las desigualdades relacionadas con el acceso a recursos; así como la reducción de la presión, el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico (González Forero & Forero, 2019). Así mismo, el plan de desarrollo 2022- 2026 expedido por la Ley 2294 de 2023, “por el cual se expide el plan nacional de desarrollo 2022- 2026 “Colombia potencia mundial de la vida,” (2023), propone transformar el país, posicionándolo como líder en la protección de la vida, la paz y la conservación del medio ambiente, en unos de sus ejes de transformación, considera el ordenamiento del territorio alrededor del agua y la justicia ambiental, donde el saneamiento básico desempeña un papel determinante para garantizar un ambiente adecuado que mejore la calidad de vida de la población. Propone además, medidas como la gestión sostenible del recurso hídrico, la promoción de inversiones y practicas adecuadas en el tratamiento de las aguas residuales con énfasis en inversión en infraestructura tanto en el área urbana como en la rural, la educación en el conocimiento, importancia e implementación de buenas prácticas para el manejo de las aguas residuales y la participación comunitaria en la planeación, ejecución y operación de los proyectos, garantizando que las obras correspondan a las necesidades locales.

1.2.4 Instrumentos de planificación

Son herramientas desarrolladas para materializar las apuestas o ideas de la planeación en los diferentes niveles, nacional departamental y local, son lineamientos que permiten llevar a la realidad lo planeado. En este apartado se definirán algunos de instrumentos relacionados con la gestión de las aguas residuales en el país.

1.2.4.1 Instrumentos de orden Nacional. Del orden nacional se tiene La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), determinada por el Ministerio de ambiente, Vivienda y desarrollo territorial (MAVDT) en el año 2010, con el propósito de establecer los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país con un horizonte de 12 años (2010- 2022), para su desarrollo se establecieron seis objetivos específicos, entre ellos: Calidad, para minimizar la contaminación y gobernabilidad, para fortalecer la gestión integral del recurso hídrico (Colombia. Ministerio de Ambiente, 2010).

De igual manera se tiene, el plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales (PMAR) 2020 – 2050, instrumento de planificación producido por el ministerio de Vivienda ciudad y territorio de Colombia, con el propósito de dar cumplimiento a las metas establecidas en el sexto objetivo de desarrollo sostenible para el año 2030, relacionado con la descontaminación y mejoramiento del recurso hídrico, priorizando las inversiones requeridas para el saneamiento de vertimientos municipales con una visión 2020-2050 (PMAR 2020-2050, 2022).

1.2.4.2 Instrumentos de orden Departamental. En el orden departamental se consideró el plan de Desarrollo Departamental: “Unidos por la vida” 2020 – 2023, aprobado por la asamblea departamental de Antioquia en junio 16 del 2020, el cual hizo énfasis especial al estado de cumplimiento de los ODS en el departamento, determino cinco líneas estratégicas relacionadas con la población, la economía y el empleo, el cuidado del planeta, el respeto por la vida y la gobernanza. (Plan de Desarrollo UNIDOS POR LA VIDA 2020-2023, 2020). De igual manera, el plan de Desarrollo de Antioquia 2024-2027, denominado "Por Antioquia Firme," aprobado en la ordenanza No 11 del 13 de junio del 2024, incluye varias iniciativas para el tratamiento de aguas residuales en todo el departamento, entre las estrategias destacadas, se encuentra la implementación de nuevas PTAR y la modernización de las existentes para garantizar que las aguas residuales sean tratadas de manera eficiente.

1.2.4.3 Instrumentos de planificación de orden Regional. En el orden regional, se dispone de mayores instrumentos en su mayoría expedidos por la CAR, dada su obligación

de implementar las políticas nacionales de manera autónoma en su jurisdicción. En este sentido, se identificaron los siguientes instrumentos de planificación:

El Plan de Gestión ambiental Regional (PGAR) 2014 - 2032, es el instrumento de planificación estratégico de largo plazo de la Corporación Autónoma Ambiental de los ríos Negro y Nare (Cornare), para orientar la gestión ambiental en el territorio; es el insumo para la formulación o ajustes de políticas, planes y programas de gobierno en los municipios que hacen parte de su jurisdicción (PGAR Cornare. 2014) promoviendo el desarrollo articulado.

El plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), según el decreto 1640 del 2012 [Presidencia de La Republica] por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos y se dictan otras disposiciones, Art 18, (2012), lo define como el “Instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca...” Así las cosas, el POMCA es un modelo de gestión del territorio, que se fundamenta en aspectos ambientales, económicos y sociales, tanto locales como regionales, con énfasis en la administración y aprovechamiento del recurso hídrico (Molina Roa, 2017). Este instrumento proporciona a las corporaciones ambientales herramientas para la administración y control sobre la explotación de los recursos naturales de manera sostenible, en el área de jurisdicción de la cuenca.

En consecuencia, la CAR emitió la resolución 112-7296-2017 del consejo directivo de Cornare "Por medio del cual se aprueba el Plan de Ordenación y Manejo de La Cuenca Hidrográfica del río Negro", el cual tiene cuatro fases: Aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y formulación. Como resultado, la fase de prospectiva generó una zonificación ambiental con una proyección del uso sostenible de los recursos naturales presentes en la cuenca, para un horizonte al año 2032 (Resolución 112-7296-2017 [Corporación Autónoma Regional de la cuencas de los ríos Negro y Nare]"Por medio del cual Se Aprueba el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Negro", 2017) Por consiguiente, la fase de programación definió un componente programático que consideró la estructura administrativa y financiera, así como un programa de seguimiento y

evaluación, para la administración de los recursos naturales renovables (Cornare - Corantioquia - MADS, 2018).

El Plan de ordenamiento del recurso hídrico (PORH), es el instrumento de planificación que permite en ejercicio de la autoridad ambiental, intervenir de manera sistémica los cuerpos de agua para garantizar las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos con los usos actuales. (Salazar-Galán et al., 2014) Por lo tanto, la resolución 112-5304 del 2016, "Por medio de la cual se adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH – y los objetivos de calidad de las fuentes receptoras de vertimientos de los 26 municipios de la Jurisdicción de CORNARE, para el periodo 2016-2026", (2016), definió las líneas estratégicas y los proyectos para su ejecución en el corto, mediano y largo plazo. Así mismo, determino los objetivos de calidad, las metas de carga contaminante y los ICA en todas las cuencas de su jurisdicción.

Objetivos de Calidad: Son lineamientos establecidos con el propósito de disminuir la carga contaminante que puede llegar a las corrientes, con el propósito de mejorar o mantener las condiciones de calidad del agua, incrementando los niveles de oxígeno. (Decreto 1076 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible], "Por Medio Del Cual Se Expide El Decreto Único Reglamentario Del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible," 2015) En la jurisdicción de Cornare están definidos para la cuenca del río Negro en la resolución de Cornare 112-5304 del 2016.(Universidad Católica del Oriente, 2016)

Carga Contaminante: Puede entenderse como la concentración de una sustancia o elemento contaminante en un punto de medición, es el producto de la concentración promedio de una sustancia por el caudal volumétrico promedio del líquido que la contiene determinado en el mismo sitio. (Decreto 1076 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible], "Por Medio Del Cual Se Expide El Decreto Único Reglamentario Del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible," 2015) Para evaluar el cumplimiento del PORH en la cuenca del río Negro, Cornare ha dispuesto 41 estaciones de monitoreo ubicadas en la fuente principal y sus tributarios, que permiten verificar el cumplimiento de los objetivos de calidad y carga contaminante.

16 Análisis de la Articulación Normativa y las acciones del estado en el Tratamiento de Aguas Residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, para medir el Impacto en la Sostenibilidad

ICA: El Índice de calidad del agua es el valor numérico que califica en una de cinco categorías (excelente, buena, media, mala y muy mala) la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de variables registradas en una estación de monitoreo, en un periodo de tiempo

2. Planteamiento del problema

La disposición inadecuada de Aguas Residuales Domésticas (ARD) sin tratamiento, al suelo y fuentes de agua en la región del Oriente de Antioquia, afectan de manera directa la salud, la calidad de vida, por ende, las condiciones de producción de la población, así como también la integridad de las cuencas hidrográficas en general, de manera particular las fuentes de agua, creando ambientes insalubres que propician enfermedades que afectan la supervivencia de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Las descargas a cielo abierto generan emisiones de gas Metano (CH_4) a través de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica (La Iniciativa Global de Metano (IGM), 2013).

Además, el CH_4 , es considerado el Gas de Efecto Invernadero (GEI) segundo en importancia después del dióxido de carbono (CO_2), representando el 14% de GEI a nivel mundial. Es un contaminante climático de corta duración, es decir, que puede permanecer en la atmósfera hasta por doce años, se emite en menores cantidades que el CO_2 , pero su potencial de calentamiento global es 21 veces mayor (La Iniciativa Global de Metano (IGM), 2013), ahora bien, en la región del Oriente Antioqueño, los sistemas de tratamiento de aguas residuales son de tipo anaeróbicos, por ende, provocan mayores emisiones de metano. Estos sistemas incluyen lagunas, sistemas sépticos y letrinas.

En el mundo más de 4.200 millones de personas, no tienen acceso a un sistema adecuado de saneamiento de sus aguas residuales, poniendo en riesgo la salud humana y el medio ambiente (UNICEF/OMS, 2020, p. 11). Agregando a lo anterior, el reporte del Estado Mundial del saneamiento, emitido por El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicado en el año 2020, estimó que, entre los años 2017 y 2030, los costos anuales para lograr el saneamiento universal serían de 105.000 millones de dólares estadounidenses. En el mundo, el 65% los costos de los servicios de saneamiento gestionados de manera segura corresponden a las zonas urbanas, el costo por persona a nivel mundial para acceder a los servicios de saneamiento es de 24 dólares estadounidenses en América Latina y el Caribe el costo es

de 41 dólares estadounidenses (UNICEF/OMS, 2020, pp. 56–58). Entre tanto, Colombia invirtió en la puesta en marcha de sistemas de tratamiento de aguas residuales desde el año 2011 hasta el primer semestre de 2013, más de 1.100 millones de dólares estadounidenses (Rodríguez Miranda et al., 2016b).

De otro lado, el gobierno nacional aumentó el porcentaje de cobertura de aguas residuales tratadas en las zonas urbanas del 30,6 % en el año 2011 al 42,6 % en el año 2017, así mismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 propuso lograr el 54,3 % para el año 2022 y el 68,6 % en el año 2030 en cumplimiento del sexto Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) (PMAR 2020-2050, 2022, p. 13).

En el contexto regional, la Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare (Cornare) es la autoridad ambiental a nivel regional, hace parte del Sistema Nacional Ambiental (SINA), es un ente corporativo de carácter público, encargada por la Ley 99 de 1993 de administrar dentro del área de jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables, propendiendo por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Su jurisdicción se ubica en el suroriente del departamento de Antioquia, está conformada por 26 municipios¹, cuenta 45 corregimientos y 11 centros poblados; un área de 810.716 Hectáreas (Ha) correspondientes al 13% del departamento (Cornare, 2020). Para la descentralización administrativa, el territorio se distribuyó en cinco (5) subregiones: Valles de San Nicolás²(VSN), Bosques³, Aguas⁴, Porce Nús⁵y Paramo.⁶ A continuación, la tabla 1 muestra la distribución del área del territorio por regionales.

¹ Corresponden los municipios de Guarne, Marinilla, El Santuario, San Vicente Ferrer, Rionegro, La Ceja, El Retiro, La Unión, El Carmen de Viboral, Sonsón, Abejorral, Argelia, Nariño, Alejandría, Concepción, Santo Domingo, San Roque, Peñol, Guatapé, San Rafael, San Carlos, Granada, Cocorná, San Francisco, San Luis y Puerto Triunfo.

² Regional Valles de San Nicolás (VSN): El Carmen de Viboral, El Retiro, El Santuario, Guarne, La Ceja, La Unión, Marinilla, Rionegro y San Vicente.

³ Regional Bosques: Cocorná, San Francisco, San Luís y Puerto Triunfo.

⁴ Regional Aguas: El Peñol, Granada, Guatapé, San Carlos y San Rafael

⁵ Regional Porce Nús: Alejandría, Concepción, San Roque y Santo Domingo.

⁶ Regional Páramo: Abejorral, Argelia, Nariño y Sonsón.

Tabla 1*Área jurisdicción de Cornare por regionales*

Área Total Jurisdicción Cornare	Hectáreas
Regional Aguas	149.478
Regional Bosques	150.980
Regional Paramo	236.607
Regional Porce Nus	99.044
Regional Valle de San Nicolas	174.607
Total	810.716

Nota. Tomado del Plan de acción de Cornare 2020-2023 (Cornare, 2020)

Agregando a lo anterior, se muestra en la figura 2, la distribución geográfica de la jurisdicción de Cornare, por regionales.

Figura 2

Distribución geográfica de la jurisdicción de Cornare por regionales



Nota: El mapa muestra los municipios que conforman cada una de las regionales como unidades administrativas de la corporación. Tomado del *Plan de acción de Cornare 2023-2023* (Cornare, 2020).

No obstante, El área de análisis del presente estudio será una porción del territorio correspondiente a la cuenca del río Negro, que tiene una extensión de 9.341,8 Km², en su mayoría se encuentra en jurisdicción de Cornare, localizada en la vertiente oriental de la cordillera central, está conformada por diez municipios: Envigado, El Retiro, La Ceja, Guarne, San Vicente, El Peñol, Rionegro, El Carmen de Viboral, Marinilla y El Santuario. Estos municipios a excepción de Envigado y el Peñol, conforman la subregión conocida como Valles de San Nicolás (Consortio Pomcas Oriente Antioqueño, 2017), El municipio de Envigado, está en Jurisdicción la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA). Por supuesto, dado que el área de la cuenca es un límite cartográfico definido por la divisoria de aguas de la fuente principal, no toda la extensión de los municipios se encuentra incorporada en la misma.

De otro lado, Según el Censo Nacional de Población y Vivienda elaborado por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) en el año 2018, los habitantes de Oriente eran 723.553, de los cuales 54,08% estaban en zonas urbanas y 45,92% restante en zona rural (centros poblados y rural disperso). La regional Valles de San Nicolás representa el 67% del total de la población de la jurisdicción CORNARE con 482.040 habitantes (Cornare, 2020).

Así mismo, en los municipios que hacen parte de la cuenca del río Negro, la vivienda nueva reportó un incremento del 123,2% comparado con 2020. De igual manera sucedió con los lotes urbanizados en parcelación, los cuales crecieron un 87%, en este mismo año se autorizaron un total de 981.596 metros cuadrados en licencias de construcción. Todo esto se ve reflejado directamente en el crecimiento del valor del suelo rural que ya es del 15,8% (Ferney Arias Jiménez, 2022).

Por otra parte, la cobertura en infraestructura para la recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales en la región es bastante aceptable, dadas las cifras reportadas por Cornare, en el documento Referentes Ambientales para la construcción de los planes de desarrollo en los municipios del Oriente Antioqueño, donde se menciona que todos los municipios de su jurisdicción cuentan con alcantarillado urbano en una cobertura

entre el 90% y el 100%, solo algunos pocos municipios tienen una cobertura inferior, además, casi todos tienen Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en las cabeceras urbanas, de igual manera, en los centros poblados rurales el tratamiento se realiza a través de sistemas colectivos y en las viviendas aisladas dispersas, se utilizan sistemas sépticos individuales. Entre los años 2003 y el 2015 se construyeron 10.800 pozos sépticos (Cornare, 2016). Además, el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) permite disponer de información sobre el número de concesiones de agua y vertimientos otorgadas, en el ejercicio de la autoridad ambiental. Se tienen 1300 registros, en la cuenca del río Negro se tienen 178 permisos (Cornare - Corantioquia - MADS, 2018).

Al mismo tiempo, se adelantan en el país desarrollos de infraestructura vial o vías de cuarta generación (4G), denominadas Autopistas de la Prosperidad, que conectarán la región con todos los extremos del país, proyectos en construcción como las autopistas Mar 1 y 2 hacia la Costa Atlántica, Pacífico 1 y 2 hacia la costa pacífica, otros en fase de diseño como, la doble calzada Santuario Puerto triunfo que conectará con la vía Magdalena 9 hacia el centro y sur de Colombia. Otros proyectos de gran envergadura en etapa de licenciamiento ambiental como la segunda Fase del Túnel de Oriente, que anticipa su construcción 10 años debido a la creciente oferta de servicios en la subregión del VSN, la construcción de la doble calzada Oriente una nueva vía de 13 km que unirá al Municipio de Envigado con el sector el tablazo en Rionegro, la construcción de la segunda pista del aeropuerto Internacional José María Córdova (JMC) y la propuesta de creación de una región Aeroportuaria, promovida por el liderazgo Antioqueño.

Como consecuencia de la privilegiada posición estratégica de la región, dada su cercanía al Valle de Aburra, su ubicación en el corazón en el desarrollo de la infraestructura vial y aeroportuaria más importante del país, se motiva el crecimiento económico y social acelerado, con el asentamiento de grandes empresas y multinacionales de gran renombre nacional e internacional sobre todo en el corredor industrial Guarne – Rionegro - Marinilla, así como la inversión en el sector inmobiliario que seguramente propiciarán otros servicios del sector como arrendamientos, la administración de inmuebles, la administración de propiedad horizontal, entre otros.

Es importante mencionar que pese a las cuantiosas inversiones en obras de infraestructura para la recolección, transporte, tratamiento y disposición de las aguas residuales, en su mayoría no se observa el impacto esperado, como se evidencia en las acciones de control y seguimiento realizado por Cornare en el ejercicio de su rol como autoridad ambiental, lo que puede deberse a la operación inadecuada de los sistemas ya sea por falta de apropiación de las administraciones municipales, la rotación de administradores y operadores producto de los cambios de gobierno, o la falta de implementación de mejoras tecnológicas en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) necesarias para la transición del cumplimiento de la norma pasando del decreto 1594 de 1984 que considera las eficiencias de remoción versus la resolución 631 del 2015, que evalúa la concentración del vertimiento. Todo lo anterior evidencia falta de gobernanza en la dirección, operación y manejo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

2.1 Justificación

Como se mencionó en el planteamiento del problema, el Estado de manera constante propone desde los órganos legislativo y ejecutivo en todos los niveles, nacional, departamental, regional, municipal, múltiples acciones, tanto normativas como de inversión pública, orientadas a proveer soluciones para minimizar los impactos en la salud de las personas y de los ecosistemas naturales generados por la disposición inadecuada de las aguas residuales al suelo o a fuentes superficiales sin un tratamiento adecuado; por lo tanto, se requiere determinar la efectividad de estas acciones en los programas de saneamiento básico ejecutados en la cuenca del río Negro del Oriente Antioqueño, por la gestión del sector público (Municipios, Cornare, Gobernación y Ministerios), en el marco de la sostenibilidad, lo que permitirá replantear o reorientar las intervenciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las metas establecidas en los diferentes instrumentos de planificación como el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), la meta Global de Carga Contaminante por vertimientos puntuales a las fuentes de agua, las metas de los ODS relacionados al año 2030, a través de la formulación, gestión y ejecución de proyectos de infraestructura, necesarios para el tratamiento integral de las aguas residuales en la cuenca.

Si bien es cierto, que la cuenca del río Negro está conformada por los municipios de mayor relevancia por su desarrollo urbano, social, cultural y económico de la región del oriente antioqueño, donde además existe una mayor inversión del estado, así como mayores requerimiento de los servicios ambientales, por ende, mayor presencia de la autoridad ambiental para garantizar el cumplimiento normativo; es la región donde mayor incertidumbre puede existir en relación con la efectividad de las acciones implementadas. Su permanente crecimiento poblacional, requiere de la revisión o ajuste de manera extemporánea de los POT para la adición de nuevas áreas a las zonas urbanas, la habilitación de suelos de expansión, industriales y polígonos de parcelación, pero generalmente esta ampliación no es consecuente en la misma medida o proporción con el requerimiento de expansión del perímetro sanitario y la actualización u optimización de sus sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Para determinar la efectividad de las acciones del estado, se realizará un compendio de la normatividad relacionada al tratamiento de las aguas residuales, seguidamente se compilará información secundaria producto del ejercicio de la autoridad ambiental en la jurisdicción en cumplimiento de las funciones de control y seguimiento al aprovechamiento de los recursos naturales, al mismo tiempo se recogerá información relevante de las inversiones ejecutadas en el diseño y ejecución de infraestructura de saneamiento, realizadas por el departamento de Antioquia, Cornare y los municipios que hacen parte de la Cuenca. Finalmente, los resultados obtenidos serán comparados con los ICA del río Negro del último quinquenio registrados en el PORH, producto de la medición periódica en 41 estaciones de monitoreo propiedad de Cornare, ubicadas sobre la corriente principal y las fuentes tributarias más importantes de la cuenca.

Según la UNICEF y la OMS, es necesario que los sistemas de gobernanza y financiación se articulen en torno a las políticas, que se coordinen, a fin de garantizar la sostenibilidad de los recursos, el fortalecimiento de las instituciones para apoyar la prestación de servicios de saneamiento. Es preciso reforzar la coordinación entre los organismos, departamentos y ministerios gubernamentales (a menudo fragmentados) que se encargan de la prestación de servicios de saneamiento, así como entre el sector privado, la sociedad civil y los hogares (UNICEF/OMS, 2020, p. 67). Al final, el impacto será determinado en relación a las acciones realizadas por el estado, desde la planificación, la

normatividad existente y las inversiones realizadas, teniendo en cuenta la relevancia para el mejoramiento de las condiciones sanitarias de la población (Rodríguez Miranda et al., 2016a).

2.1.1 Vacíos o brechas identificadas

Si bien el estado es bastante prolífico en la creación de normas, herramientas, guías técnicas entre otras, relacionadas con la recolección, transporte, tratamiento y disposición de las aguas residuales, y además tiene muy clara la meta de cobertura en el país con un horizonte al año 2030, también ha definido de manera clara y pertinente las competencias entre los diferentes niveles del gobierno para la atención, desde los instrumentos de planificación que permiten el conocimiento de la oferta y la demanda, hasta la proyección de la infraestructura requerida, sin embargo, se carece de políticas públicas, que den prioridad a la destinación de recursos de diferentes fuentes del estado para el cumplimiento de estas metas, este se ejecuta de acuerdo a la capacidad de gestión y relacionamiento del mandatario de turno, de otro lado, no existe un lineamiento que permita medir el impacto en el marco de la sostenibilidad de las acciones realizadas por el estado en el tratamiento de las aguas residuales, que permita realmente el cumplimiento del ODS 6 en el país.

Agregando a lo anterior, el sistema de la gestión pública en el país genera cambios de gobiernos y equipos directivos cada cuatro años, sin una línea conductora que garantice la continuidad en la gestión de los proyectos o inversiones, esto aunado a la falta de conocimiento, profesionalización y experiencia de los tomadores de decisión que asumen los cargos, hace que se desconozcan los procesos de planificación local que vienen en curso o se llegue con objetivos diferentes de gestión, ralentizando o en algunos casos truncando los procesos en desarrollo.

Se evidencia, además, una falta de gobernanza en la administración, operación y manejo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, en particular en algunos centros poblados urbanos y en el sector rural en general, donde pese a las inversiones del estado en la construcción de infraestructura de saneamiento requerida, no hay una continuidad en su operación, debido a la falta de implementación de sistemas tarifarios que garanticen su sostenibilidad financiera.

2.2 Hipótesis y Predicciones

2.2.1 Hipótesis

La respuesta al análisis de la articulación entre la normatividad y las acciones ejecutadas por las entidades públicas en el tratamiento de las aguas residuales en la cuenca del río Negro en el oriente de Antioquia, permitirá medir el impacto ambiental generado por la disposición inadecuada de vertimientos directos, al suelo y a fuentes de agua en el marco de la sostenibilidad, cumpliendo los parámetros normativos permisibles (DBO, DQO y SST), disminuyendo las afectaciones a la salud pública por enfermedades relacionadas con el tratamiento de aguas residuales (Rodríguez Miranda et al., 2016a), alcanzando niveles de cobertura en la recolección, transporte y disposición de las Aguas residuales en todo el territorio cercanos 100%. Cumpliendo con los tres pilares del DS.

2.2.2 Predicciones

- El ejercicio de la autoridad en la región, desde Cornare en el componente ambiental, las oficinas de planeación municipales en el componente de control urbanístico territorial, es asumido de manera coordinada con efectividad, diligencia y oportunidad, garantizando el desarrollo ordenado de la región, con cobertura universal en saneamiento básico urbano y rural.
- La implementación de los instrumentos de planificación en la región como el PORH, los POT, el POMCA y el PGAR garantizaran que la carga contaminante (DBO, DQO Y SST) generada en la cuenca del río Negro alcancen los niveles máximos permitidos de acuerdo a los ICA establecidos en la Resolución No 112-5304 del 2016 evidenciado en las cuarenta y una (41) estación de monitoreo ubicadas sobre el río Negro, minimizando el impacto ambiental.
- Las inversiones realizadas en infraestructura para la recolección, transporte, tratamiento y disposición de las aguas residuales, garantizara la cobertura universal (el 100%) al 2030 en las zonas urbanas y rurales en la cuenca del río Negro.

3. Objetivos y metodología

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo general

Analizar la articulación entre la normatividad y las acciones ejecutadas por las entidades públicas en el tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia para desarrollar lineamientos que permitan medir su impacto en el marco de la sostenibilidad.

3.1.2 Objetivos específicos

- Comparar la implementación de la normatividad aplicada al tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, con los resultados del ejercicio de autoridad ambiental para validar la eficacia en el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para la resolución No 112-5304 del 2016.
- Identificar las acciones relacionadas con la construcción de infraestructura, educación ambiental y gobernanza realizadas en el tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, para comparar el crecimiento de la cobertura con la optimización y cumplimiento normativo de los sistemas de saneamiento implementados.
- Desarrollar lineamientos que permitan medir el impacto de las acciones ejecutadas por el estado en los componentes jurídico, técnico, operativo y financiero, realizadas en el tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, para validar el cumplimiento de los pilares del desarrollo sostenible.

3.2 Metodología

3.2.1 Enfoque y tipo de investigación

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, el presente trabajo de profundización tendrá un enfoque mixto considerando tanto variables cualitativas relacionadas con las políticas planes y programas producidas por el estado, en general relacionadas en la PNGIRH, los instrumentos de planificación como el PORH, el POMCA del río Negro entre otros y cuantitativas como los resultados de seguimiento al PORH, los ICA del río Negro evaluados en 41 estaciones de monitoreo y las inversiones en saneamiento en el periodo 2016-2021. De igual manera, esta investigación será de tipo correlacional, pues permitirá comparar variables económicas asociadas con las inversiones realizadas en la cuenca en acciones de saneamiento, restauración y educación ambiental, con variables ambientales asociadas al cumplimiento de los objetivos de calidad del agua definidos en la resolución N°112-5304 DE 2016, expedida por CORNARE, también considerará variables sociales vinculadas al crecimiento poblacional, el uso adecuado del suelo, la demanda del recurso hídrico, su incidencia en la salud y bienestar de los habitantes de la región evidenciado en la disminución o no existencia de enfermedades gastrointestinales y respiratorias asociadas a vertimientos inadecuados. Su diseño será no experimental longitudinal, que permitirá identificar el impacto en el tiempo, tanto de las acciones normativas, como de las inversiones en infraestructura de saneamiento, los programas de educación ambiental y las políticas de gobernanza local.

3.2.2 Método

La metodología del presente trabajo de profundización se desarrollará en tres etapas, revisión documental, análisis y evaluación para el desarrollo de lineamiento, estas se ejecutarán de manera consecutivas, manteniendo un orden lógico y coherente entre ellas, garantizando un resultado confiable, como insumo para la etapa siguiente; en su ejecución se utilizarán métodos de muestreo estadístico, de tipo probabilístico según la necesidad, se elaboraran bases de datos en Excel y se usara algún software libre de análisis geoespacial como el QGIS o similar.

Los datos analizados en el presente estudio corresponden a información secundaria suministrada por Cornare, quien dispone de una gran variedad de bases de datos con información histórica de todo su quehacer institucional, así como la información disponible en el geoportal corporativo. Sin embargo, solo se tomará información de los dos últimos periodos de gobierno comprendidos entre los años 2016 al 2023, permitiendo un análisis multi criterio que dé cuenta de su impacto en el desarrollo sostenible de la cuenca. Así las cosas, las etapas y su contenido se pueden observar en la figura 3.

Figura 3

Diseño metodológico



Nota. Las etapas se desarrollan de manera secuencial definiendo las acciones necesarias en cada una.

Etapa 1, revisión y gestión documental: Considera la búsqueda información disponible relacionada con la producción normativa relacionada con el tratamiento de aguas residuales, los instrumentos de planificación aplicables, los ICA del río Negro del periodo 2016-2021, el seguimiento al PORH, las acciones de autoridad ambiental

realizadas en la cuenca, las inversiones en saneamiento, educación ambiental y Gobernanza.

Etapa 2, análisis: Se analizarán los resultados obtenidos de la aplicación normativa con base en las acciones de la autoridad ambiental como, permisos de vertimientos, sus controles y atención de quejas relacionadas verificando el porcentaje de su cumplimiento, para lo cual se tomarán las bases de datos disponibles en la corporación con énfasis en el plan control del periodo de estudio, se realizará un cuadro comparativo entre ellos, año a año y acudiendo métodos de muestreo probabilísticos por área, se estimará el porcentaje de cumplimiento. De igual manera, se usará la información disponible en las plataformas como el Sistema de Información Geográfico (SIG), el Hidrosig y Geoportal propiedad de CORNARE, para identificar la aplicación de los instrumentos de planificación establecidos, verificar el cumplimiento de las metas de saneamiento, su concordancia con las obligaciones normativas y el cumplimiento de metas como cobertura en los sistemas de saneamiento tanto urbano como rural, la carga contaminante (DBO, DQO Y SST) generada en la cuenca. Se analizarán los resultados de la efectividad de las inversiones realizadas en planeación y construcción de infraestructura de saneamiento ejecutadas con recursos de orden público para el cumplimiento de los parámetros normativos según lo establecido en el PORH, de acuerdo con los objetivos de calidad establecidos en la resolución No 112-5304 – 2016, para este fin se elaborará una base de datos en Excel, que permita comparar las inversiones realizadas en el periodo con las acciones de cumplimiento del plan control de Cornare, el cual se someterá a un análisis estadístico de tipo probabilístico sistémico y por áreas, que posteriormente se podrá modelar o comparar con cualquier software libre.

Etapa 3, evaluación y desarrollo de lineamientos: Evaluará los resultados de la implementación de las acciones ejecutadas por el estado considerando la aplicación de la normatividad relacionada, el desarrollo de los instrumentos de planificación, las acciones de autoridad ambiental, la apropiación social y las inversiones en planificación e infraestructura de saneamiento para el tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, determinando el cumplimiento de los pilares del desarrollo sostenible.

Para desarrollar lineamientos que permitan medir el impacto, se determinarán el cumplimiento de los requisitos establecidos en los diferentes instrumentos normativos,

según los resultados de las acciones de control realizadas por la autoridad ambiental a los permisos de vertimiento otorgados en el periodo de estudio, para lo cual se dispondrá de las bases de datos disponibles en CORNARE, tanto de los tramites autorizados, como del control y seguimiento realizado. De igual manera se evaluará el resultado del cumplimiento de las metas establecidas en los diferentes instrumentos de planificación, PORH, PSMV, POMCA que serán comparadas con el cumplimiento de los objetivos de calidad de la cuenca. De otro lado se evaluarán las inversiones realizadas en la construcción de infraestructura de saneamiento orientadas a la disminución de la carga contaminante (DBO, DQO Y SST) que se aporta a la cuenca, estas inversiones serán obtenidas de la información reportada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la Gobernación de Antioquia a través del Plan departamental de aguas (PDA), Banco de proyectos de CORNARE, los reportes de ejecución presupuestal y cumplimiento de los planes de acción de los municipios del área de estudio. Finalmente, se validarán como las acciones de gobernanza, tanto de orden normativo, de competencias como de apropiación social impactan en la calidad del recurso hídrico. Como herramienta, se diseñará una base de datos en Excel que permita comparar o correlacionar las diferentes variables propuestas en la etapa 3, que serán modeladas o comparadas usando algún software que permita análisis geoespaciales de uso libre como el QGIS o similar, definiendo una batería de indicadores que facilite el desarrollo de lineamientos para cuantificar el impacto, que permita determinar como la articulación entre la normatividad y las acciones ejecutadas por las entidades públicas en el tratamiento de las aguas residuales, contribuyen a la sostenibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río Negro en el Oriente de Antioquia, en concordancia con los pilares del Desarrollo sostenible y el cumplimiento del ODS 6.

3.2.3 Población o grupo focal de estudio

La población objeto del estudio será la que se encuentra asentada en la cuenca del río Negro, en la zona rural, urbana y centros poblados de los municipios de la región Valles de San Nicolás del oriente de Antioquia, que representa el 67% del total de la población de la jurisdicción CORNARE con 482.040 habitantes, además de los municipios del Peñol y Envigado (Cornare, 2020).

3.2.4 Lugar de estudio

El área de estudio corresponde a la cuenca del río Negro del Oriente Antioquia, que tiene una extensión de 9.341,8 Km², localizada en la vertiente oriental de la cordillera central, nace en el cerro Pantanillo en el municipio del Retiro y desemboca en el municipio del Peñol, donde forma el embalse Peñol – Guatapé para la generación de energía hidroeléctrica; en la cuenca nacen las fuentes de agua que van a los embalses de la Fe y Piedras Blancas que surten de agua potable a la ciudad de Medellín Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación y a los municipios del sur del valle de Aburrá. La conforman diez municipios, Envigado, El Retiro, La Ceja, Guarne, San Vicente, El Peñol, Rionegro, El Carmen de Viboral, Marinilla y El Santuario. Estos municipios a excepción de Envigado y el Peñol, conforman la subregión conocida como Valles de San Nicolas (Consortio Pomcas Oriente Antioqueño, 2017)

Los municipios que la conforman tienen el mayor desarrollo económico y social de la región del oriente de Antioquia, con una amplia participación del sector productivo, se destaca la producción agrícola, flores, lácteos, industrias de producción o transformación de textiles, papel, químicos, pinturas, maderas, cementos, alimentos, materiales de construcción entre otras, de igual manera, tiene una amplia vocación turística, gastronómica, de servicios de salud; a nivel educativo es sede de las principales universidades de la región. En la última década esta zona ha sufrido grandes transformaciones a raíz de procesos de industrialización, urbanización, instalación de fincas de recreo y ubicación de centros comerciales y de servicios en áreas que tradicionalmente fueron de producción campesina (Isaza Mejía et al., 2019). Como se ha dicho antes, las 41 estaciones de monitoreo se encuentran distribuidas así: nueve sobre el río Negro, las quebradas tributarias principales, La Pereira, La Cimarrona, La Marinilla y La Mosca tienen entre cinco y seis estaciones de monitoreo cada una; El Salado cuentan con tres estaciones, la Quebrada Yarumal-Chachafruto tiene cuatro estaciones y el Río Pantanillo tiene dos estaciones. En la figura 4, se puede observar la cuenca del río Negro, sus principales afluentes y la distribución de las estaciones de monitoreo que propician información para la evaluación de los objetivos de calidad del agua, establecidos en la resolución No 112-5304 del 2016.

La figura 5, muestra el límite de la cuenca del río Negro, desde su divisoria de aguas que permite determinar la fuente principal, el río Negro desde su nacimiento en la parte alta

del municipio del Retiro, hasta su desembocadura o cierre de la cuenca en el embalse Peñol Guatapé.

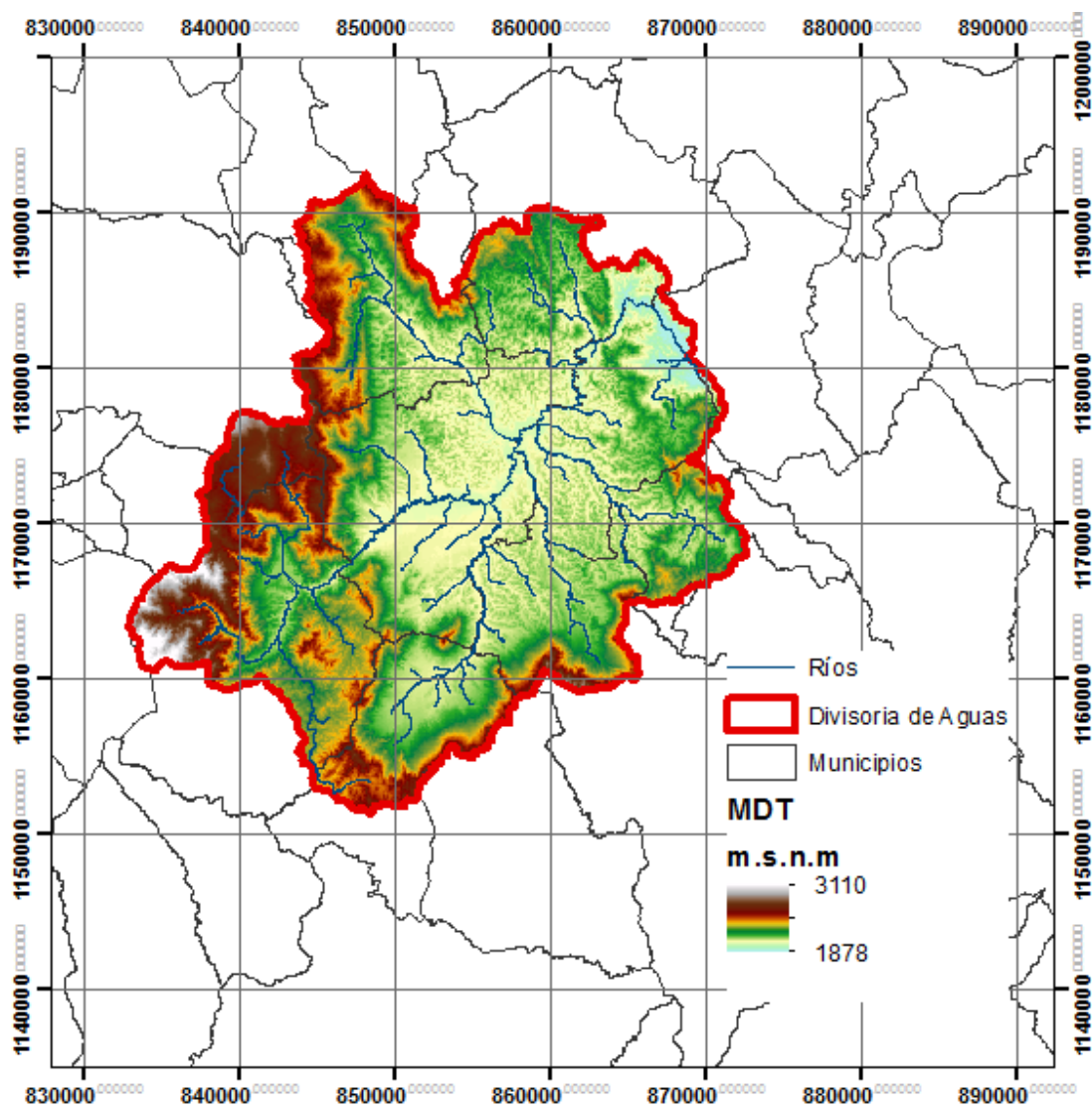
Figura 4
Cuenca del río Negro y sus principales afluentes



Nota: Muestra la distribución de las estaciones de monitoreo de ICA, sobre las corrientes principales de la cuenca, Tomado del *informe de seguimiento anual 2020, al Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) y los objetivos de calidad establecidos en la resolución No 112-5304 – 2016.* (Cornare Grupo de RH, 2021)

Figura 5

Límite de la cuenca del rio Negro

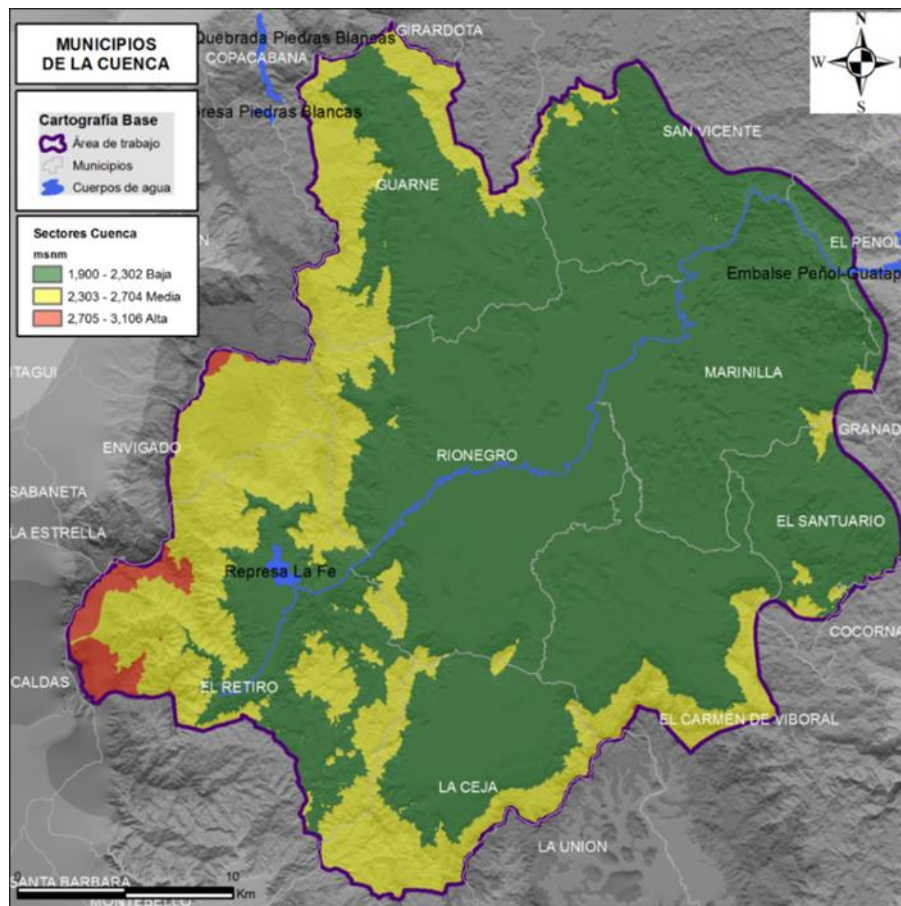


Nota. Define el perímetro de la cuenca para determinar su límite geográfico, así como la red hídrica que la conforma, con relación a la altura sobre el nivel del mar. Tomado de (Consortio Pomcas Oriente Antioqueño, 2017)

La figura 6 define la composición política del área de estudio, identificando todos los municipios que la componen, de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar, que van desde los 1878 msnm, hasta los 3100 msnm.

Figura 6

Municipios que conforman la cuenca del río Negro por rango de elevación (msnm)



Nota: Muestra los municipios de la cuenca con relación a su altura sobre el nivel del mar. Tomado del documento informe final de *aprestamiento. POMCA del río Negro* (Consortio Pomcas Oriente Antioqueño, 2017)

4. Resultados

4.1 Revisión y gestión documental

El análisis de la articulación normativa y las acciones del estado en el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Negro de Antioquia es esencial para comprender y evaluar el impacto en la sostenibilidad de la región, por lo tanto, el presente capítulo se ha dedicado a la búsqueda y recopilación de información disponible relacionada con la información normativa vigente y las acciones del estado en el tratamiento de las aguas residuales, producida en todos los niveles del legislativo desde la constitución nacional, pasando por diversas leyes y decretos emitidos por la presidencia de la república, los ministerios de MADT y Vivienda, los CONPES, las ordenanzas emitidas por la asamblea departamental, los acuerdos y resoluciones emitidas por la corporación autónoma ambiental, todas analizadas de manera individual, estableciendo sus convergencias y fines.

De igual manera, se realiza la búsqueda de información de las acciones del estado orientada al tratamiento de las aguas residuales como los instrumentos de planificación de orden nacional, departamental y regional, las acciones en el ejercicio de la autoridad ambiental, las inversiones ejecutadas, la educación ambiental y los procesos de gobernanza en la operación y mantenimiento de los sistemas tratamiento tanto urbanos como rurales. A continuación, se describirá en mayor detalle los resultados relacionados con las acciones del estado en el tratamiento de las aguas residuales.

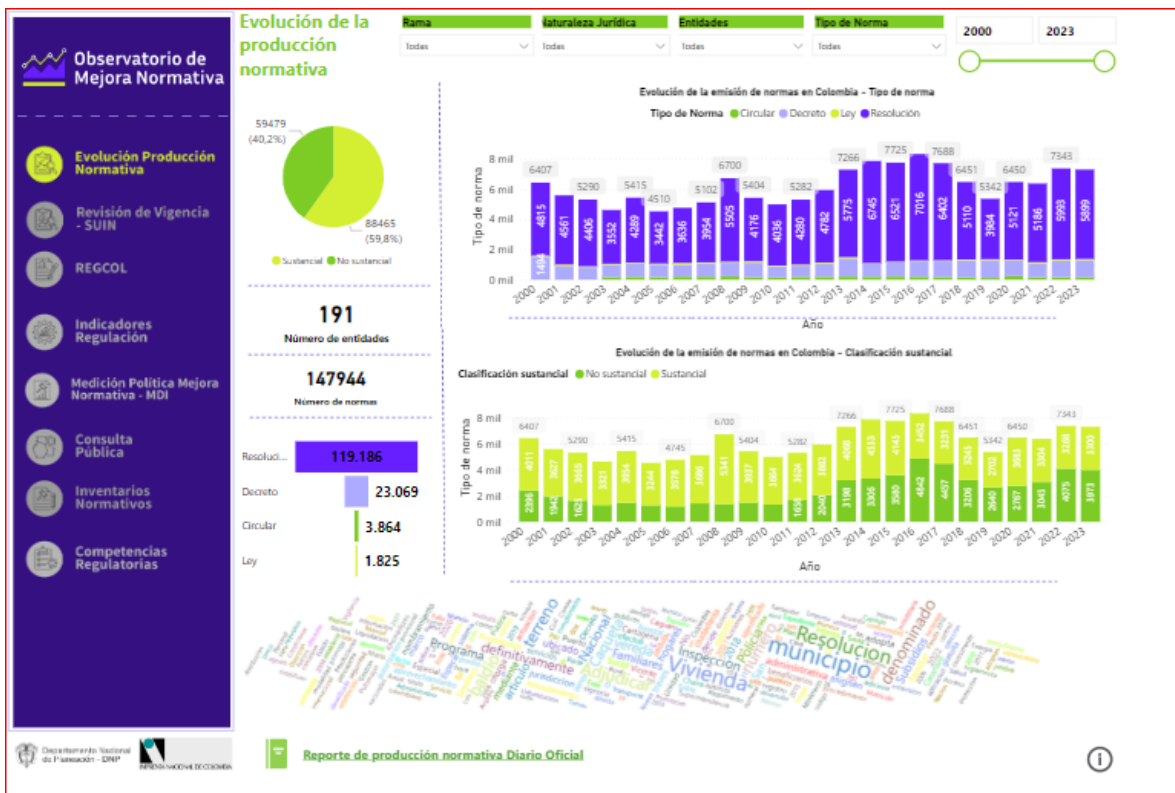
4.1.1 Producción normativa

Este acápite presenta un compendio de la producción normativa más relevante relacionada con el tratamiento de aguas residuales y/o el saneamiento básico, desde la constitución nacional hasta la presente vigencia, con mayor énfasis en los instrumentos jurídicos de orden regional, emitidos por la CAR en la cuenca del río Negro. Para este fin, se realizó una revisión exhaustiva, de la legislación ambiental relacionada, recopilando de manera específica la que tiene que ver con el tratamiento de aguas residuales en Colombia. Considerando, además, que en el país se expiden en general más de 2000 normas al año

Como contexto general, la figura 7 relaciona la producción normativa en el país, según el reporte del observatorio de mejora normativa del DNP del año 2023, con base a los registros del diario oficial de Colombia, donde se han publicado 147.944 normas desde el año 2000 hasta el tercer trimestre del 2023, entre leyes, decretos, resoluciones y circulares, reportadas por 191 instituciones del estado. (DNP, 2023)

Figura 7

Evolución producción normativa en Colombia 2000 - 2023



Nota. Muestra la cantidad de normas que se han producido desde el año 2000, en 191 entidades del estado. Tomado del Reporte de evolución de la revisión de vigencia de normas, tercer trimestre 2023. Observatorio de Mejora Normativa (DNP, 2023)

El resultado de esta investigación se muestra en la Tabla 2 que contiene la validación de 45 documentos normativos relacionada con las acciones del estado en el tratamiento de las aguas residuales, 35 de ellos del orden Nacional, producida en todos los niveles del legislativo desde la constitución nacional, una ordenanza de la asamblea departamental de Antioquia, además de nueve acuerdos y resoluciones emitidas por Cornare.

Tabla 2

Normatividad relacionada con el tratamiento de aguas residuales en Colombia

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
1	Congreso de la Republica	Constitución Política de Colombia de 1991	Artículo 49: Consagra el saneamiento ambiental como servicio público a cargo del estado. ARTÍCULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. ARTÍCULO 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Artículo 311. Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes. Artículo 365. Los

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
			servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional.
2	Congreso de la Republica	Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el sector ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA. Establece las funciones de las CAR (artículo 31), entre otras, coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo del medio ambiente, (numeral 4). En el Artículo 45. se terminan las TRANSFERENCIA DEL SECTOR ELÉCTRICO de las empresas generadoras de energía hidroeléctrica para las CAR y municipios Estos recursos solo podrán ser utilizados con prioridad para proyectos de saneamiento básico y mejoramiento ambiental. Parágrafo 2°. Se entiende por saneamiento básico y mejoramiento ambiental la ejecución de obras de acueductos urbanos y rurales, alcantarillados, tratamiento de aguas y manejo y disposición de desechos líquidos y sólidos.
3	Congreso de la Republica	Ley 388 de 1997	Tiene por objeto entre otros:3. Garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos domiciliarios, y velar por la creación y la defensa del espacio público, así como por la protección del medio ambiente y la prevención de desastres. A fin de evitar que pueda haber zonas urbanas sin posibilidad de cobertura de servicios públicos domiciliarios, en adelante el perímetro urbano no podrá ser

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
			<p>mayor que el denominado perímetro de servicios. En la zona rural, todo Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), deberá contener la delimitación de sus zonas rurales, la dotación de infraestructura de servicios para los centros poblados, y el aprovisionamiento de agua potable y saneamiento básico para las zonas rurales, en el corto y mediano plazo.</p>
4	Congreso de la Republica	Ley 1955 Plan Nacional de desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”	<p>Establece que, a partir de la evaluación de la normatividad vigente, se debe modificar la reglamentación sobre el uso del agua residual tratada, teniendo en cuenta criterios e información técnica aportada por los sectores. Que la Estrategia Nacional de Economía Circular formulada por el Gobierno Nacional en el 2019, contempla el reúso como una práctica para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos. Además, regula los permisos necesarios y obliga a los entes territoriales a la atención de los servicios públicos domiciliarios. ARTÍCULO 13. REQUERIMIENTO DE PERMISO DE VERTIMIENTO. Solo requiere permiso de vertimiento la descarga de aguas residuales a las aguas superficiales, a las aguas marinas o al suelo. ARTÍCULO 279. DOTACIÓN DE SOLUCIONES ADECUADAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO, MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS EN ÁREAS URBANAS DE DIFÍCIL GESTIÓN Y EN ZONAS RURALES. Los municipios y distritos deben asegurar la atención de las necesidades básicas de agua para consumo humano y doméstico y de saneamiento básico de los asentamientos humanos de</p>

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
			<p>áreas urbanas de difícil gestión, y en zonas rurales, implementando soluciones alternativas colectivas o individuales, o mediante la prestación del servicio público domiciliario de acueducto, alcantarillado o aseo, de acuerdo con los esquemas diferenciales definidos por el Gobierno nacional y la reglamentación vigente en la materia.</p>
5	Congreso de la Republica	Ley 2294 de 2023, Plan nacional de desarrollo 2022-2026 “Colombia, potencia de la vida”.	<p>Plantea el ordenamiento del territorio alrededor del agua, como eje transformador del desarrollo. ARTÍCULO 72. FONDO PARA LA SUPERACIÓN DE BRECHAS DE DESIGUALDAD POBLACIONAL E INEQUIDAD TERRITORIAL, que atenderá entre otros la promoción para la adaptación climática igualitaria a través del Programa Agua es Vida, que lleve soluciones de agua y saneamiento básico a territorios marginados y excluidos.</p>
6	Congreso de la Republica	Ley 142 de 1994 Servicios públicos domiciliarios	<p>Establece disposiciones relacionadas con el tratamiento de las aguas residuales en el contexto de los servicios públicos domiciliarios, incluyendo acueducto y alcantarillado. Pretende regular y mejorar la prestación de servicios públicos domiciliarios, asegurando su calidad, acceso y eficiencia, incluyendo el tratamiento adecuado de las aguas residuales, considerando principios como: Garantizar la calidad del bien objeto del servicio para mejorar la calidad de vida de los usuarios.</p> <p>Ampliar permanentemente la cobertura mediante sistemas que compensen la capacidad de pago insuficiente de los usuarios.</p> <p>Atender las necesidades básicas</p>

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
8	Presidencia de la Republica	Decreto 2811 de 1974	<p>insatisfechas en agua potable y saneamiento básico.</p> <p>Prestar de manera continua e ininterrumpida, salvo excepciones por razones de fuerza mayor o técnicas.</p> <p>Promover la eficiencia en la prestación de servicios.</p> <p>Establecer tarifas proporcionales para sectores de bajos ingresos con base en la equidad y solidaridad.</p> <p>Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente: ARTÍCULO 134.- Corresponde al Estado garantizar la calidad del agua para consumo humano, y en general, para las demás actividades en que su uso es necesario. Para dichos fines deberá: Someter a control las aguas que se conviertan en focos de contaminación y determinar las actividades que quedan prohibidas, con especificación de área y de tiempo, así como de las medidas para la recuperación de la fuente</p> <p>ARTÍCULO 138.- Se fijarán zonas en que quede prohibido descargar, sin tratamiento previo y en cantidades y concentraciones que sobrepasen los niveles admisibles, aguas negras o residuales de fuentes industriales o domésticas, urbanas o rurales, en las aguas, superficiales o subterráneas, interiores o marinas.</p> <p>ARTÍCULO 139.- Para iniciar la construcción ensanche o alteración de habitaciones o complejo habitacionales o industriales, se necesitan planes de desagüe, cañerías, y alcantarillado y métodos de tratamiento y disposición de aguas residuales,</p>

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
			<p>previamente aprobados ARTÍCULO 145.- Cuando las aguas servidas no puedan llevarse a sistema de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no perjudique las fuentes receptoras, los suelos, la flora o la fauna. Las obras deberán ser previamente aprobadas.</p>
9	Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial	Resolución 1433 del 2004	<p>Determina el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, que los usuarios prestadores del servicio de alcantarillado sujetos al pago de la tasa retributiva deberán presentar a la autoridad ambiental competente el cual deberá contener las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos. Dicho, plan contendrá la meta, individual de reducción de carga contaminante de los usuarios mencionados que se fijará por la autoridad ambiental competente, cuyo cumplimiento se evaluará de acuerdo con los compromisos establecidos en el Plan.</p>
10	Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial	Decreto 3200 del 2008 Normas sobre los PDA	<p>Decreta la política sectorial de los planes departamentales de agua (PDA) para el manejo empresarial de los servicios de agua y saneamiento, su propósito es la integración de la gestión de recursos y la implementación de esquemas eficientes y sostenibles en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico, a través de la formulación de estrategias de planeación para la coordinación interinstitucional.</p>

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
11	Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial	Decreto 3930 del 2010 (Compilado por el Decreto 1076 de 2015)	Establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, su ordenamiento, los vertimientos a fuentes superficiales, al suelo y a los alcantarillados. Reglamenta la obtención de permisos y planes de cumplimiento. El capítulo VI decreta la regulación de los vertimientos, los permitidos y los prohibidos. El artículo 8, fija la norma de vertimientos. El capítulo IX determina la reglamentación correspondiente. El artículo 28, corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, fijar los parámetros y los valores límites máximos permisibles que deberán cumplir los vertimientos puntuales a las aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.
12	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Resolución 844 del 2018	RAS Rural - Reglamento técnico con enfoque diferenciado para las zonas rurales, que permite la implementación de los esquemas diferenciales, a través de la prestación de servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, o el aprovisionamiento de agua para consumo humano, doméstico y saneamiento básico. Considera, además, el Acuerdo Final para la terminación del conflicto y la construcción de una Paz Estable y Duradera, el Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de la Vivienda Social Rural deberá tener en cuenta, entre otros, la promoción y aplicación de soluciones tecnológicas apropiadas (acueductos veredales y soluciones individuales) para garantizar el acceso al agua potable y el manejo de aguas residuales.
13	Ministerio de Vivienda,	Resolución 799 de 2021 "Por la cual se modifica la	Modifico la Resolución 330 de 2017, con el fin de promover proyectos de infraestructura sostenible, armonizando los documentos

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
	Ciudad y Territorio	Resolución 0330 de 2017"	CONPES 3934 "Política de Crecimiento Verde" del 10 de julio de 2018 y 4004 "Economía Circular en la Gestión de los Servicios de Agua Potable y Manejo de Aguas Residuales"
14	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	El Decreto 1688 de 2020	regula aspectos relacionados con la dotación de infraestructura de agua para consumo humano y doméstico o de saneamiento básico en zonas rurales en Colombia. En resumen, tiene como objetivo mejorar el acceso a servicios básicos de agua y saneamiento en áreas rurales, asegurando que las comunidades organizadas reciban la infraestructura necesaria para su bienestar, hace énfasis en la gobernanza y sostenibilidad del recurso.
15	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Decreto 1745 de 2021	Tiene por objeto establecer las condiciones generales de la conexión por parte de los prestadores de la actividad complementaria de tratamiento de aguas residuales a las redes de recolección de los otros prestadores del servicio público domiciliario de alcantarillado a las plantas de tratamiento. Busca garantizar el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población, promoviendo una prestación eficiente de los servicios públicos, incluyendo el manejo adecuado de las aguas residuales, a través de prácticas responsables en su tratamiento y conexión a las redes de alcantarillado.
16	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Decreto 1077 de 2015" Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda,	Establece las normas y directrices para el manejo de aguas residuales en el sector de vivienda, ciudad y territorio, pretende garantizar un manejo adecuado y sostenible de las aguas residuales en Colombia, protegiendo los recursos hídricos y

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
		Ciudad y Territorio."	promoviendo prácticas responsables en su tratamiento y reutilización. Proporciona lineamientos para el reúso de aguas residuales, promoviendo su uso sostenible en actividades como riego agrícola, industria y otros fines, establece también las condiciones y criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.
17	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Decreto 1287 de 2014	Establece criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, no aplica para lodos con características de peligrosidad. Estos biosólidos, resultado del tratamiento de aguas residuales, deben ser evaluados para determinar sus posibles usos o una adecuada disposición final; se pretende asegurar un manejo adecuado y sostenible de los biosólidos generados en el tratamiento de aguas residuales, contribuyendo a la protección del ambiente y al bienestar general de la población.
18	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Decreto 1425 de 2019 Reglamenta los Planes departamentales para el manejo empresarial de los servicios de agua y saneamiento (PDA)	Hace referencia a los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento, como un conjunto de estrategias de planeación y coordinación interinstitucional formuladas y ejecutadas con el objeto de lograr la armonización integral de recursos y la implementación de esquemas eficientes y sostenibles que garanticen el acceso a agua potable y saneamiento básico. Establece también, la obligación de reportar y mantener actualizado el diagnóstico técnico base en el sistema de información que facilite el seguimiento a los PDA.

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
19	Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial	Decreto 3200 del 29 de agosto de 2008	<p>Por el cual se dictan normas sobre Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento. El Plan Departamental de Aguas (PDA) en Colombia es un conjunto de estrategias de planeación y coordinación interinstitucional, su propósito principal es lograr la armonización integral de los recursos y la implementación de esquemas eficientes y sostenibles en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico, teniendo en cuenta las características locales, la capacidad institucional de las entidades territoriales y las empresas prestadoras de los servicios públicos.</p>
20	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Resolución 0330 del 2017	<p>Adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) establece los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos operativos que se utilizan en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, así como sus actividades complementarias, cubre una amplia gama de temas, incluyendo el manejo de aguas residuales y los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico, su objetivo es garantizar la calidad de estos servicios en todos los niveles. La resolución 0330, reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.</p>

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
21	Ministerio de agricultura	Decreto 1541 de 1978 (Modificado por el Decreto Nacional 2858 de 1981)	<p>Su propósito es reglamentar las normas relacionadas con el recurso de aguas en todos sus estados: ARTÍCULO 205. Para efectos de la aplicación del artículo 134 del Decreto-ley 2911 de 1974, se establece la siguiente clasificación de las aguas con respecto a los vertimientos:</p> <p>Clase I. Cuerpos de agua que admiten vertimientos.</p> <p>Clase II. Cuerpos de aguas que admiten vertimientos con algún tratamiento. Reglamenta los vertimientos por sus diferentes usos. En cuanto a las aguas residuales, el decreto establece que los desagües y efluentes provenientes de plantas industriales deben evacuarse mediante redes especiales construidas para este fin, facilitando el tratamiento del agua residual según las características y clasificación de la fuente receptora. En resumen, el Decreto regula el manejo y uso de las aguas no marítimas, considerando su utilidad pública e interés social</p>
22	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Resolución 631 del 2015	<p>Establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. está enfocada en reducir el aporte de las sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, con el objetivo de que los generadores de vertimientos gestionen adecuadamente los mismos, y facilitar a las autoridades ambientales el control de los diferentes procesos productivos en el país, mejorando la calidad de los vertimientos</p>

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
23	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Decreto 1076 del 2015	Conocido como el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, recoge y compila varias normativas y resoluciones preexistentes, incluyendo la Resolución 631 de 2015 y los que la modifican; así mismo, recoge lo relacionado con el Plan de ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica, como un instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico. Requiere al Ideam para que actualice y reglamente el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH),
24	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Resolución 1256 de 2021	Tiene por objeto establecer las disposiciones relacionadas con el uso de las Aguas Residuales y aplica a las autoridades ambientales y a los usuarios de dichas aguas. Considera la recirculación y reúso de las aguas residuales. Determina los usos y criterios mínimos de calidad para el reúso de las aguas residuales en la agricultura y la industria.
25	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Resolución 1207 de 2014	Adopta disposiciones para el uso de aguas residuales tratadas. Objetivos: 1. El uso eficiente del recurso (suple necesidades de actividades que no requieren agua de óptima calidad). 2. Servir de fuente alternativa para requerimientos de agua de actividades o zonas en situación de escases (temporal o permanente). 3. Controlar el

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
26	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Decreto 585 de 2017, creación del fondo nacional del agua.	<p>impacto acumulativo de las fuentes hídricas por la multiplicidad de descargas de contaminantes.</p> <p>Tiene por objeto la coordinación y articulación de las políticas, planes y programas de las entidades del Estado con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Entre sus funciones tiene: numeral 5. Proponer a las entidades competentes, líneas de estudio e investigación enfocados a la disminución de la contaminación y el uso eficiente y ahorro del agua, entre otras, así como estrategias para su financiación. Crea el Consejo Nacional del agua que obedece a la necesidad de determinar herramientas de articulación y coordinación interinstitucional, para ejecutar la política de administración sostenible del recurso hídrico</p>
27	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	El Decreto 050 de 2018	<p>Modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en Colombia. Los aspectos clave relacionados con las aguas residuales contemplados en el Decreto son: 1. Consejos Ambientales Regionales de las Microcuencas (CARMAC): El decreto ajusta las disposiciones relacionadas con los CARMAC, que son instancias de participación y coordinación para la gestión ambiental en las diferentes regiones del país. 2. Ordenamiento del Recurso Hídrico: Se establecen lineamientos para la planificación, uso y conservación del recurso hídrico. Esto incluye la definición de objetivos de calidad de aguas y sedimentos marinos, así como criterios y límites permisibles para los vertimientos al mar. 3. Vertimientos: El decreto regula los</p>

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
28	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Resolución 699 de 2021	vertimientos de aguas residuales, tanto domésticas como industriales. Para las aguas residuales domésticas tratadas, se consideran aspectos como la infiltración y el sistema de disposición de los vertimientos
29	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Decreto 1210 de 2020, Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (RURH)	Modifica y complementa parcialmente el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en Colombia, en lo relacionado con el tratamiento de las aguas residuales, el decreto reglamenta el registro de Usuarios del Recurso Hídrico (RURH) para viviendas dispersas dispuesto en la Ley 1955, fundamental para el manejo y control de las concesiones y permisos de vertimientos en las viviendas rurales. Este decreto también establece normas para la reutilización de aguas depuradas en diferentes ámbitos, como usos urbanos, agrícolas, industriales, recreativos y ambientales.
30	Ministerio de medio ambiente	Resolución N°372 de 1998	Estableció la tarifa mínima de la tasa retributiva por vertimientos líquidos para cada kilogramo de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) y Sólidos Suspendidos Totales (SST), y la forma de incrementarse.

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
31	Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Resolución N°1433 del 13 de diciembre de 2004	reglamentó el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV, que continúa vigente conforme con lo establecido en el Decreto 2667 de 2012, compilado hoy en el Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.9.7.3.3
32	Departamento nacional de planeación	Documento CONPES 3810 de 2014 “Política de Suministro de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Zona Rural”	Propone lineamientos de política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en las áreas rurales de Colombia, en cumplimiento a lo dispuesto por el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010 -2014 Prosperidad para Todos. La política tiene como objetivo promover el acceso al agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales de Colombia, a través de soluciones que sean acordes con las características de dichas áreas y que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural.
33	Departamento nacional de planeación	CONPES 4004 de 2020 “Economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales”	Actualizar los capítulos o secciones de Tratamiento de Aguas Residuales del RAS, para la incorporación de requisitos técnicos, financieros y ambientales de los municipios, la gestión de subproductos y el reúso
35	Departamento nacional de planeación	Documento CONPES 3934 de 2018 “Política de Crecimiento Verde”	Incorporar en el RAS lineamientos para el uso de nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales y el aprovechamiento de subproductos y energía (biosólidos y biogás)

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
36	Asamblea de Antioquia	Ordenanza No 20 del 2008. Implementación del Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento PDA	Faculta al Gobernador para la implementación del Plan Departamental para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento PDA en Antioquia, así como adquirir los recursos presupuestales necesarios.
37	Cornare - Corantioquia	Resolución 112-7296-2017	Por medio del cual se aprueba el Plan de Ordenación y Manejo de La Cuenca Hidrográfica del Río Negro
38	Consejo directivo de CORNARE	Acuerdo No 282, octubre 25 del 2012. Determina la línea base y meta global de Carga contaminante periodo 2011 al 2016	Agrupa los usuarios por cuencas y tramos de cuenca. Establece la carga de línea base, la carga proyectada al 2016 y meta de reducción de contaminación hídrica en la jurisdicción de Cornare, para el quinquenio 2011-2016.
39	Consejo directivo de CORNARE	Acuerdo No 365, julio 17 del 2017. Determina la meta global de Carga contaminante periodo 2017 al 2021	Agrupa los usuarios por cuencas y tramos de cuenca con base en la estructura de cuencas definidas en los POMCA, como en los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico-PORH, entre otros instrumentos de planificación, para efectos de la verificación del cumplimiento de las metas de carga contaminante y el cobro de la tasa retributiva. Establece la carga de línea base y meta de carga contaminante en cada cuenca y/o tramo de cuenca en términos de DBO ₅ y SST, cargas que fueron anualizadas para cada uno de los usuarios objeto de cobro de la tasa retributiva dentro del quinquenio 2017 - 2021.

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
40	Consejo directivo de CORNARE	Acuerdo No 430, octubre 28 del 2022. Determina la meta global de Carga contaminante periodo 2022 al 2026	Agrupa los usuarios por cuencas y tramos de cuenca con base en la estructura de cuencas definidas en los POMCA, como en los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico-PORH, entre otros instrumentos de planificación, para efectos de la verificación del cumplimiento de las metas de carga contaminante y el cobro de la tasa retributiva. Establece la carga de línea base y meta de carga contaminante en cada cuenca y/o tramo de cuenca en términos de DBO ₅ y SST, cargas que fueron anualizadas para cada uno de los usuarios objeto de cobro de la tasa retributiva dentro del quinquenio 2022 - 2026.
41	Cornare	Resolución 112-4795-2018	Por medio de la cual se establece el régimen de usos al interior de la zonificación ambiental del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Negro en la jurisdicción de Cornare
42	Cornare	Resolución RE-04227-2022	Por medio de la cual modifica el régimen de usos al interior de la zonificación ambiental del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Negro en la jurisdicción de CORNARE
43	Cornare	Resolución Corporativa 112-5304 del 2016. Adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH	Esta resolución adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH – y los objetivos de calidad de las fuentes receptoras de vertimientos de los 26 Municipios de la Jurisdicción de CORNARE, para el periodo 2016-2026. El PORH, es el instrumento de planificación que permite en ejercicio de la autoridad ambiental, intervenir de manera sistémica los cuerpos de agua para garantizar las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y los usos actuales y potenciales de dichos cuerpos de

N°	Emisor	Jerarquía	Asunto específico relacionado
			agua” Contiene específicamente todo lo relacionado con la cuenca del río Negro.
44	Cornare	Resolución RE-02207-2022. PORH microcuenca de la Quebrada San Antonio El Pueblo	Por medio de la cual se adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH – y los objetivos de calidad asociados a la microcuenca San Antonio – El Pueblo, de la cuenca Río Negro, para el periodo 2022-2032
45	Cornare	Resolución RE-01981-2023. Reglamenta usos del agua y vertimientos en la Quebrada San Antonio El Pueblo	Por medio de la cual se declara la reglamentación de usos del agua y de los vertimientos de la microcuenca de la Quebrada San Antonio El Pueblo

Nota. Recopilación de normas nacionales relacionadas con la regulación al tratamiento de las aguas residuales.

4.1.2 Instrumentos de planificación

En este apartado se consideran los instrumentos de planificación disponible en todos los niveles del estado relacionados con el análisis de la articulación normativa y las acciones del estado en el tratamiento de aguas residuales, analizando su integración, con énfasis en la gestión adecuada de aguas residuales o prestación de servicios públicos domiciliarios. Si bien, en los inicios de este trabajo se realizó un esbozo muy general, aquí se hará una descripción más detallada de aquellos que aplican en la zona de estudio.

4.1.2.1 Instrumentos de orden Nacional. La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH): Establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, con un horizonte de 12 años, vigente desde el año 2012 al 2022; contiene un análisis del estado del recurso hídrico desde el 2005, su oferta, demanda y calidad, así mismo, determino el estado de la

calidad del agua en las fuentes superficiales a través del monitoreo para identificar el estado de contaminación con variables como, porcentaje de oxígeno disuelto (OD), sólidos totales suspendidos (STT), demanda química (DQO) y biológica de oxígeno (DBO), entre otras. En su diagnóstico evidencio que la mayoría de los municipios de la zona andina, vierten sus aguas residuales en las fuentes cercanas a su perímetro urbano, propone además, que la gestión del recurso hídrico debe considerar cuatro fases: Planeación (Que considera los instrumentos de planificación disponibles), administración (Considera el número permisos ambientales relacionados con el uso del agua otorgados por las diferentes corporaciones ambientales del país), el seguimiento y monitoreo (el IDEAM para la época se disponía de 1821 estaciones para medir disponibilidad y calidad de las aguas superficiales). (Política Nacional para la gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010)

La PNGIRH, definió seis objetivos a cumplir en el periodo de vigencia relacionados con: Oferta, Demanda, Calidad, riesgo, fortalecimiento institucional y gobernanza del recurso hídrico, de igual manera, para su implementación se formuló el plan hídrico nacional considerando las particularidades de las diferentes regiones del país, con programas y proyectos específicos para el cumplimiento de cada objetivo propuesto; de manera particular en el objetivo 3, Calidad, la línea estratégica 3.2.1 del plan se propuso reducir la contaminación por aportes puntuales y difusos de aguas residuales en las fuentes superficiales. La Figura 8 detalla los componentes del objetivo 3, haciendo énfasis en la línea de acción estratégica 3.2.1

Figura 8

Descripción objetivo 3, de La PNGIRH

Objetivo 3. CALIDAD: Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico			
ESTRATEGIAS	META GENERAL	INDICADOR	LINEAS DE ACCIÓN ESTRATÉGICAS
3.1 Ordenamiento y reglamentación de usos del recurso	Se ha ordenado, reglamentado y se cuenta con registro de usuarios en el 100% de las cuencas priorizadas en el Plan Hídrico Nacional.	Número de cuencas priorizadas con recurso hídrico ordenado, reglamentado y con registro de usuarios / número total de cuencas priorizadas	3.1.1 Desarrollar y aplicar la ordenación, reglamentación y el registro de usuarios en las cuencas priorizadas en el Plan hídrico Nacional, y hacer seguimiento a sus obligaciones.
3.2 Reducción de la contaminación del recurso hídrico	Se han alcanzado los objetivos de calidad en al menos el 70% de los cuerpos de agua priorizados en el Plan Hídrico Nacional.	Número de cuerpos de agua con objetivos de calidad alcanzados / número de cuerpos de agua priorizados en el Plan Hídrico Nacional	3.2.1 Reducir en los cuerpos de agua priorizados en el Plan Hídrico Nacional, los aportes de contaminación puntual y difusa implementando, en su orden, acciones de reducción en la fuente, producción limpia y tratamiento de aguas residuales, para reducir además de la contaminación por materia orgánica y sólidos en suspensión, patógenos, nutrientes y sustancias de interés sanitario.
	Mantener en el 17.2%, o aumentar, el valor del índice de calidad promedio anual correspondiente a la categoría "Aceptable", en los cuerpos de agua monitoreados por la red nacional de monitoreo de calidad de agua del IDEAM.	Índice de calidad de agua promedio anual en las categorías bueno y aceptable en los cuerpos de agua monitoreados en la Red Nacional de Calidad del Agua del IDEAM, pertenecientes a la macrocuenca Magdalena - Cauca	3.2.2. Eliminar la disposición de los residuos sólidos a los cuerpos de agua, en el marco de lo establecido en los planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS).
3.3 Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua	Se ha consolidado y se encuentra al 100% en operación, la red de monitoreo del recurso hídrico a nivel nacional.	Número de fuentes monitoreadas / número de fuentes priorizadas en el Plan Hídrico Nacional	3.3.1 Formular e implementar el programa nacional de monitoreo del recurso hídrico. 3.3.2 Optimizar, complementar y mantener en operación permanente la red de monitoreo de calidad y cantidad del agua continental en las 42 cuencas objeto de instrumentación y monitoreo a nivel nacional, que corresponden a las zonas hidrográficas definidas por el IDEAM, así como de las aguas marinas con base en la REDCAM. 3.3.3 Continuar con el programa de acreditación y certificación de los laboratorios ambientales que desarrolla el IDEAM.

Nota. Tomado de la *Política para la Gestión Integral del Recurso Hídrico: Objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción.* tabla 5.1, (Política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico, 2010)

El Estudio Nacional del Agua (ENA) en Colombia es una investigación técnico-científica realizada por el IDEAM desde 1994, el cual realiza cada cuatro años con publicaciones desde 1998, hasta su última publicación en el año 2022, tiene como objetivo determinar la situación actual y posibles escenarios futuros del agua en el país, considerando los componentes de oferta, demanda, calidad y riesgo hidrológico. Así mismo en el capítulo de calidad, evalúa el estado de la presión por vertimientos a las fuentes hídricas superficiales en función de dos indicadores: el índice de calidad del agua (ICA) y el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL). Para las condiciones de calidad, se analizan variables fisicoquímicas, metales pesados en sedimentos producto de las presiones por contaminación asociadas con los vertimientos de aguas residuales generados por los sectores de usuarios del recurso a partir de información de la red de referencia nacional de IDEAM, conformada por redes de monitoreo en convenio con autoridades ambientales regionales en todo el territorio nacional.

De modo que, el ICA se calcula con los resultados de las mediciones de seis variables: pH, OD, DQO, SST, CE (conductividad eléctrica) y relación NT/PT (nitrógeno total/fósforo total); la Tabla 3 determina un valor numérico entre 0 y 1 que califica en una de cinco categorías la calidad del agua de una corriente superficial un punto de monitoreo específico, desde buena hasta muy mala, a las que se les asocia un color como señal de alerta.

Tabla 3

Categorización del índice de calidad del agua

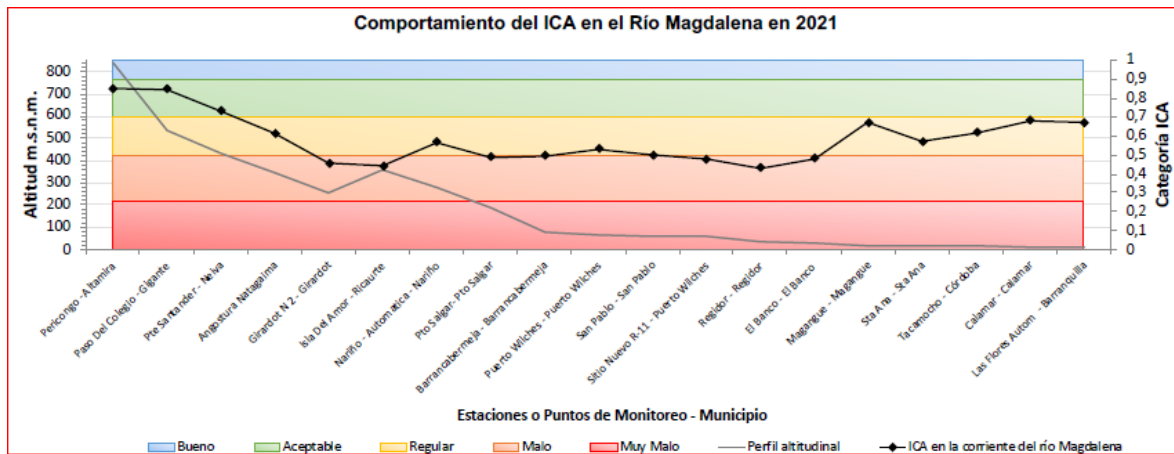
Rango de Valores	Categorización de la calidad del agua	Señal de alerta
0.00 - 0.25	Muy Mala	Rojo
0.26 - 0.50	Mala	Naranja
0.51 - 0.70	Regular	Amarillo
0.71 - 0.90	Aceptable	Verde
0.91 - 1.00	Buena	Azul

Nota. Adaptado del ENA 2022, IDEAM. Tabla 65 (IDEAM, 2023)

De tal manera que, el ENA, en el año 2021, determino el ICA en las principales cuencas hidrográficas del país, con monitoreos realizados en 162 puntos, el 78% de estos se concentran en el área hidrográfica Magdalena Cauca, arrojando indicadores que van de “bueno” a “malo”, sin encontrarse ningún punto con categoría de “muy malo, como lo muestra la Figura 9

Figura 9

ICA en las estaciones del río Magdalena 2021

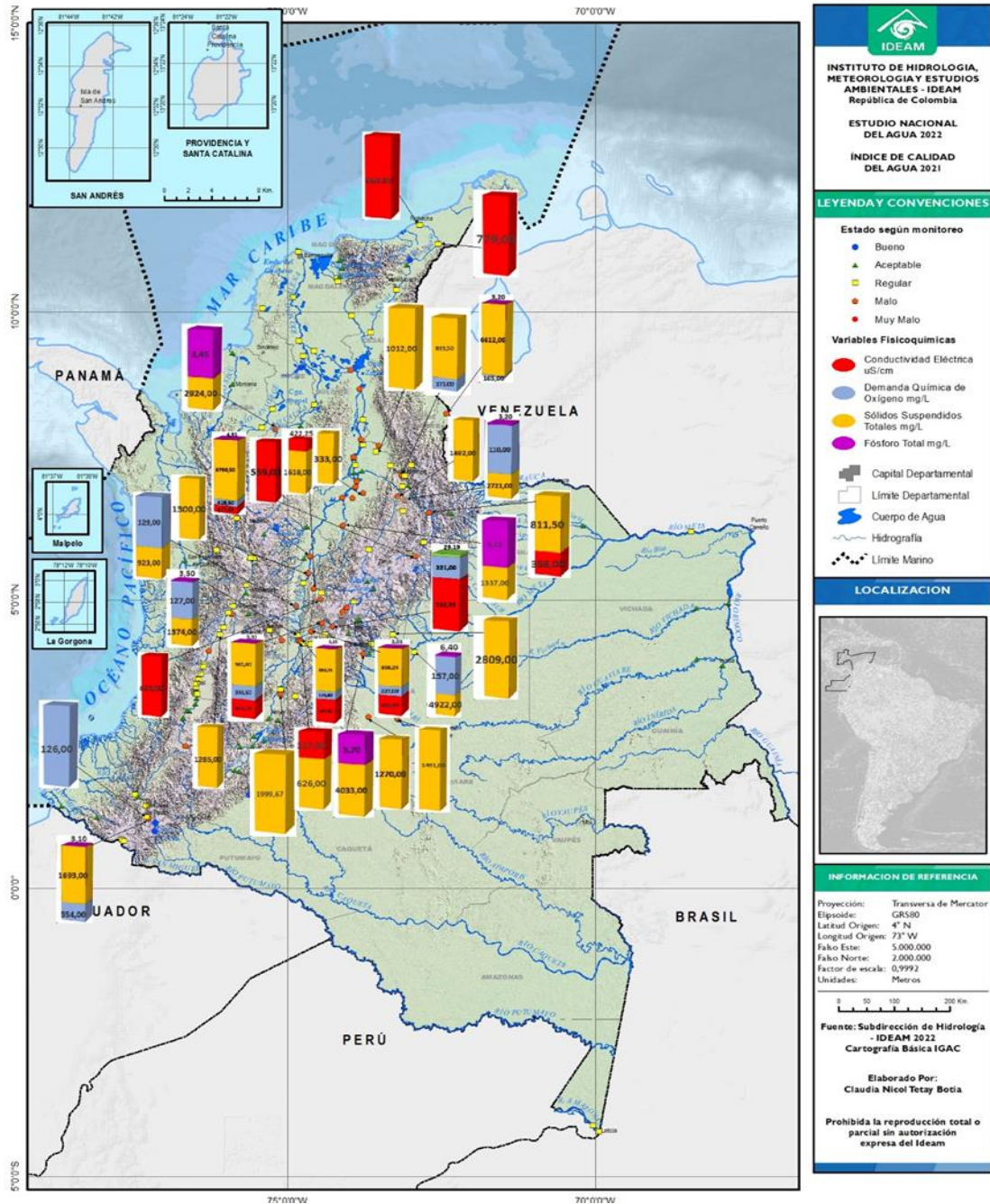


Nota. ICA tomado en diferentes estaciones de monitoreo sobre el río Magdalena.

Tomado del ENA 2022, figura 230 (IDEAM, 2023)

Figura 10

ICA en Colombia en el año 2021

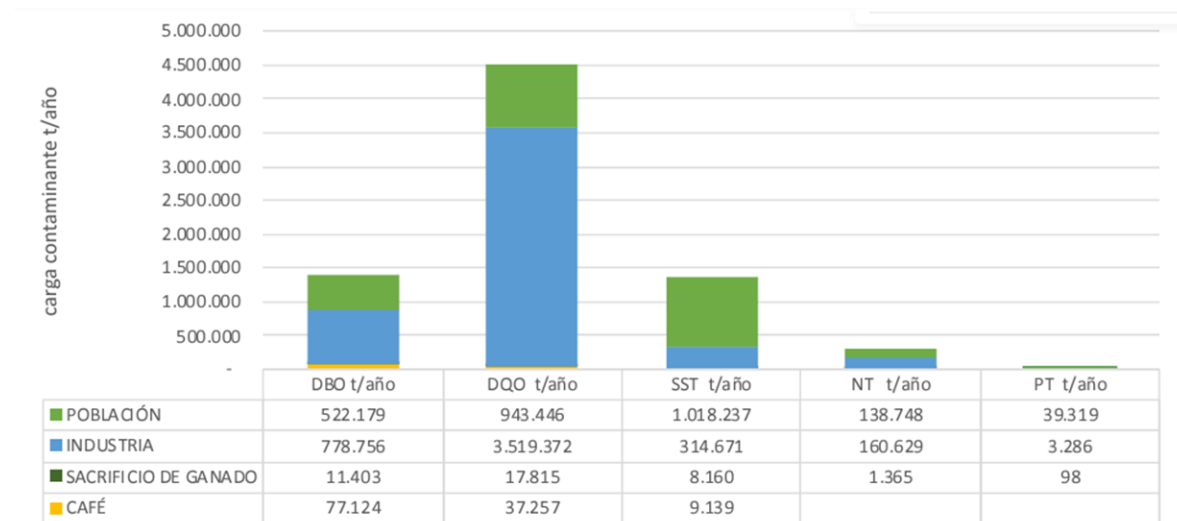


Nota. La figura muestra el ICA en el territorio Nacional, considerando todas las estaciones disponibles en el IDEAM. Tomado del *ENA 2022*, Figura 228. (IDEAM, 2023)

El índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL), es un indicador de contaminación potencial por carga contaminante en la calidad del agua de los sistemas hídricos del país, medido en condiciones hidrológicas medias y secas; el ENA 2022 considero cuatro sectores de usuarios del recurso hídrico, población, industria, sacrificio de ganado y beneficio de café, para medir la carga contaminante potencialmente vertida en las corrientes hídricas del país, resultados que se muestran en la figura 11

Figura 11

Carga contaminante potencialmente vertida a las corrientes hídricas



Nota. Tomado del *Estudio Nacional del agua 2022*, IDEAM, Figura 233. (Ideam, 2023)

El estudio muestra también, la carga contaminante generada por la población y los sectores industriales que hacen uso del recurso hídrico, así como la carga removida por las PTAR, en 354 municipios del país. La tabla 4, describe la cantidad de carga contaminante generada por los sectores de usuarios en el país y la carga vertida una vez es tratada, la diferencia entre estos dos valores determina la cantidad de carga removida por las PTAR reportadas, que no se dispone en las fuentes hídricas.

Tabla 4

Carga contaminante generada por los sectores usuarios y removida en sistemas de tratamiento de aguas residuales, en el año 2020

Parámetro	Carga generada por población e industria (t/año)	Carga vertida por población e industria (t/año)	Cantidad removida (t/año)	% de remoción
DBO	2.492.628	1.300.935	1.191.693	48%
DQO	8.677.576	4.462.818	4.214.758	49%
SST	2.776.681	1.332.908	1.443.773	52%
NT	330.297	299.377	30.920	9%
PT	50.203	42.605	7.598	15%

Nota. Adaptado de *ENA 2022*, Tabla 71 (Ideam, 2023)

El Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH): Es un instrumento de planificación que permite intervenir los cuerpos de agua con el objetivo de mantener las condiciones de calidad y cantidad requeridas para garantizar su funcionalidad ecosistémica, así como sus usos actuales y potenciales (MADS, 2014b) a través de acciones de monitoreo, seguimiento y evaluación para el establecimientos de normas o políticas públicas que permitan la conservación de su ciclo biológico, por consiguiente, el decreto 1076 del 2015 expedido por el MADS determino que su formulación, implementación, seguimiento y evaluación es competencia de las CAR, el cual debe ser establecido con un horizonte de planificación de diez años, en consecuencia, sus resultados son considerados un determinante ambiental en la actualización de los instrumentos de ordenamiento territorial (EOT, POT, PBOT) en lo relacionado con los objetivos de calidad y oferta hídrica disponible, la implementación del instrumento posibilita:

- Establecer la clasificación de las aguas.
- Fijar su destinación y sus posibilidades de uso.
- Definir los objetivos de calidad en corrientes o tramos de ellas.
- Establecer las normas de preservación de la calidad del recurso.
- Determinar el uso prohibido de actividades en toda la fuente o en tramos de ella, así como fijar las zonas en las que se prohibirá o condicionará la descarga de aguas residuales.

- Definir las metas quinquenales de reducción de cargas contaminantes (DBO, DQO, SST).
- La elaboración del programa de seguimiento y monitoreo al recurso hídrico.

4.1.2.2 Instrumentos de planificación de orden departamental. La Agenda Antioquia 2040: fue un proceso de planificación estratégica sistemático, creativo y participativo, fue uno de los programas bandera del Plan de Desarrollo “Unidos por la Vida 2020-2023”, para la construcción en conjunto con los antioqueños y antioqueñas de un plan estratégico territorial para el desarrollo del departamento con un horizonte al año 2040; en el marco de la agenda, se desarrollaron proyectos específicos relacionados con el manejo del recurso hídrico, como la construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales en varios municipios de Antioquia, estos proyectos buscan mejorar la calidad de vida de los habitantes a través de la gestión eficiente de las aguas residuales.

Dentro de la estrategia de largo plazo de trabajar por una Antioquia Territorio Verde se considera la planificación de territorios saludables de agua y vida de Antioquia: Este proceso busca garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, así mismo, el proceso entornos naturales y construidos en equilibrio: considera la protección y conservación de los ecosistemas estratégicos para la producción de agua.(Ordenanza No 42 Del 2023, [Asamblea Departamental de Antioquia] “Por Medio Del Cual Se Adopta El Plan Estratégico Prospectivo Del Departamento, Mediante La Agenda Antioquia 2040,” 2023)

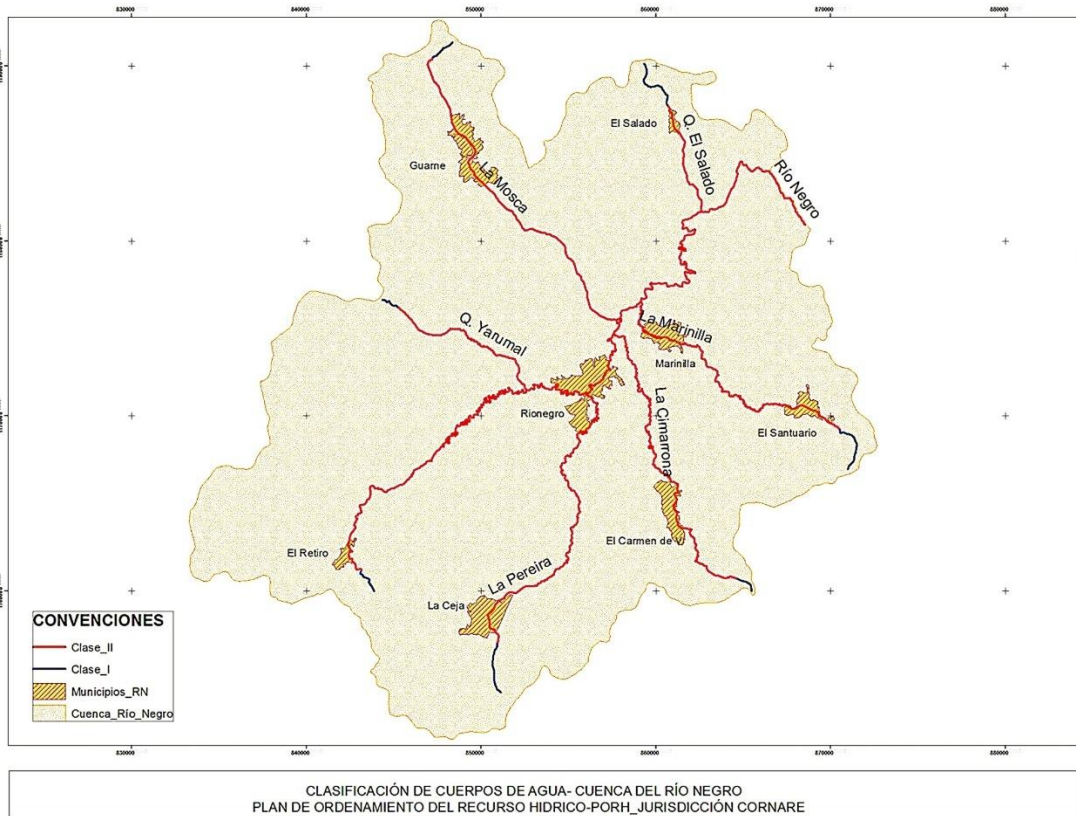
El plan departamental de Aguas (PDA): Fue creado por decreto 3200 del 29 de agosto de 2008 del Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial, es el conjunto de estrategias de planeación y coordinación interinstitucional que tienen como propósito principal la armonización integral de los recursos y la implementación de esquemas eficientes y sostenibles en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico en los departamentos, teniendo en cuenta las características locales, la capacidad institucional de las entidades territoriales y empresas prestadoras de los servicios públicos; con el fin de mejorar la calidad de vida de la población, su implementación tiene en cuenta proyectos integrales sostenibles con inversión regional y municipal, mejorando la infraestructura, cobertura, calidad, continuidad, crecimiento y

viabilidad empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. En ese sentido, el PDA en el departamento de Antioquia fue acogido por la Ordenanza No 20 del 2008, el cual se financia con la combinación de recursos de transferencia de la nación, dineros del presupuesto propio del departamento y aportes de los municipios; con estos recursos se prioriza la construcción de infraestructura tanto de acueducto, como de alcantarillado, así como también obras para el manejo integral de los residuos sólidos; sin embargo, consultadas las bases de datos del PDA en Antioquia, este no realizó inversiones en el último cuatrienio en los municipios de la cuenca del río Negro

4.1.2.3 Instrumentos de planificación regional. En cumplimiento de la PNGIRH, así como a lo establecido en el decreto 1076 de 2015, la corporación adoptó el PORH con los objetivos de calidad de las fuentes receptoras de vertimientos en los 26 municipios del oriente antioqueño para el período 2016-2026, mediante la resolución corporativa 112-5304 del 2016 con una vigencia de diez años, a desarrollarse en tres etapas de corto (entre los años 2016-2018), mediano (entre los años 2019-2023) y largo plazo (entre los años 2024-2026), considerando que la jurisdicción de Cornare se encuentra dividida en once cuencas hidrográficas o tramos de cuenca, reconocidas por su cuerpo hídrico principal así: Río Negro, río Nare, Embalse y río Guatapé, río Nus, río Samaná Norte, río Samaná Sur, río Arma, río Cocorná Sur y directos al Magdalena medio entre los ríos la Miel y Nare, río La Miel, río Aburrá, río Guadalupe y medio Porce. (Consortio Pomcas Oriente Antioqueño, 2017) Haciendo énfasis en la cuenca de estudio, este instrumento considera los tramos, usos y criterios de calidad establecidos para la corriente principal el río Negro, así como seis de sus principales afluentes o tributarios, El río Pantanillo, La Pereira, La Cimarrona, La Marinilla, El Salado, La Chachafruto y La Mosca, los que fueron clasificados por tramos definidos como clase I, los correspondientes a las partes altas desde su nacimiento, donde el uso es más de preservación de la flora y fauna con pocas viviendas, la clase II corresponde a los tramos más bajos donde existen mayores asentamientos urbanos con diversos aprovechamientos económicos que son los mayores generadores de vertimientos sobre las fuentes hídricas (Universidad Católica del Oriente, 2016); la Figura 12, muestra la distribución y clasificación de la corriente principal y sus afluentes en la cuenca del río Negro.

Figura 12

Distribución y clasificación del río Negro y sus afluentes principales



Nota. Tomado del tomo II prospectiva del PORH Cornare. (Universidad Católica del Oriente, 2016)

A su vez, el río Negro y sus afluentes fueron divididos en 16 tramos, de acuerdo a los usos potenciales identificados según el inventario de usuarios que hacen uso de la fuente, tanto para captación de las aguas, como para la disposición de los vertimientos. Así mismo, en cada tramo se definieron los objetivos de calidad del recurso hídrico relacionados con la evaluación de parámetros como PH, OD, SST, DBO₅, DQO, definiendo valores máximos y mínimos con el propósito de mejorar o sostener la calidad del recurso en el corto, mediano y largo plazo, estos parámetros son evaluados de manera anual en dos épocas contrastantes en periodos de invierno y verano, su cumplimiento se posibilita

a través de inversiones en programas y proyectos establecidos para este fin. La tabla 5, describe los 16 tramos de análisis del río Negro y sus afluentes principales.

Tabla 5

Tramos en las fuentes principales la cuenca del río Negro

TRAMO	Fuente	descripción del Tramo
I	Río Pantanillo	Desde el sector identificado como el Bombeo la Ceja, hasta 200 metros antes del perímetro urbano del municipio de El Retiro en el sector La Terruca
II	Río Negro	200 metros antes del perímetro urbano del municipio de El Retiro en el sector La Terruca, hasta la estructura hidráulica de entrada al embalse La Fe
III	Río Negro	Desde la estructura hidráulica de entrada al embalse La Fe, hasta 300 metros aguas abajo de la captación de aguas de Rionegro S.A E.S.P
IV	Río Negro	Desde 300 metros aguas abajo de la captación de aguas de Rionegro S.A E.S.P, hasta la Estación Puente Autopista
V	Río Negro	Estación Puente Autopista hasta la Estación La Fresera
VI	Río Negro	Estación La Fresera hasta la Estación Río Abajo
VII	Q. La Pereira	Nacimiento Quebrada La Pereira en la vereda El Tambo, hasta 400 metros antes del perímetro urbano del municipio de la Ceja en el sector hacienda horizontes
VIII	Q. La Pereira	Desde 400 metros antes del perímetro urbano del municipio de la Ceja en el sector hacienda horizontes, hasta la desembocadura de la quebrada La Uchuval
IX	Q. La Pereira	Desde la desembocadura de la quebrada La Uchuval hasta la desembocadura de la Pereira
X	Q. La Cimarrona	Nacimiento en la vereda Boquerón sobre la cota 2600, hasta la confluencia con la quebrada La Madera
XI	Q. La Cimarrona	Desde la confluencia con la quebrada La Madera hasta la desembocadura sobre el río Negro
XII	Q. La Mosca (El Chuscal)	Nacimiento de la quebrada La Mosca (El Chuscal Sector Alto de la Virgen) hasta 500 metros antes de llegar a la autopista Medellín-Bogotá Sector Villa Flor Vereda Romeral
XIII	Q. La Mosca	Desde 500 metros antes de llegar a la autopista Medellín-Bogotá Sector Villa Flor Vereda Romeral, hasta desembocadura sobre el río Negro
XIV	Q. La Marinilla	Nacimiento de la quebrada La Marinilla, en el Sector Morritos (Santuario) hasta desembocadura sobre el río Negro

Nota. Tomado del *documento técnico de soporte contrato 201-2014 formulación PORH tomo III* (Universidad Católica del Oriente, 2016)

Por otro lado, en cada uno de los tramos definidos, se estableció una meta de reducción de carga contaminante tanto en DBO como en SST, que fue acogida mediante el acuerdo del Consejo directivo de Cornare No 365 de julio 17 del 2017, donde se determinó

la meta global en cada año para el periodo 2017 al 2021, de igual manera a través del acuerdo No 430 de octubre 28 del 2022, se determinó la meta anualizada para el segundo quinquenio correspondiente al periodo 2022-2026 definiendo además, una línea base en ambos periodos para toda la jurisdicción. La tabla 6 relaciona la meta establecida en el PORH para la cuenca del río Negro según acuerdo No 365 de julio 17 del 2017 y en la Tabla 7 las metas establecidas en el acuerdo No 430 de octubre 28 del 2022. De manera posterior, por la resolución corporativa No 112-5304 del 2016 se definió de manera específica la meta de reducción en cada tramo del río negro y sus afluentes para el periodo 2016-2021, la que se muestra en la tabla 8,

Tabla 6

Línea base y meta global quinquenal anualizada cuenca del río Negro, acuerdo No 365 de julio 17 del 2017.

Cuenca	Línea base kg/año DBO5	Línea base kg/año SST	DBO5 kg/año 2017	SST kg/año 2017	DBO5 kg/año 2018	SST kg/año 2018	DBO5 kg/año 2019	SST kg/año 2019	DBO5 kg/año 2020	SST kg/año 2020	DBO5 kg/año 2021	SST kg/año 2021
Río Negro	6.446.821	3.346.652	5.721.534	3.238.657	5.721.956	3.268.620	5.465.451	3.297.407	5.699.885	3.431.966	5.764.271	3.548.527

Nota. Tomado del acuerdo No 365 de julio 17 del 2017, consejo directivo de Cornare

Tabla 7

Línea base y meta global quinquenal anualizada cuenca del río Negro, acuerdo No 430 de octubre 28 del 2022.

Cuenca	Línea base kg/año DBO5	Línea base kg/año SST	DBO5 kg/año 2022	SST kg/año 2022	DBO5 kg/año 2023	SST kg/año 2023	DBO5 kg/año 2024	SST kg/año 2024	DBO5 kg/año 2025	SST kg/año 2025	DBO5 kg/año 2026	SST kg/año 2026
Río Negro	5.494.671	3.909.821	4.667.828	3.324.180	4.578.453	3.465.004	4.412.517	3.456.192	2.697.516	2.302.179	2.664.346	2.334.094

Nota. Tomado del acuerdo No 430 de octubre 28 del 2022, consejo directivo de Cornare

Tabla 8

Meta establecida en PORH de la cuenca del río Negro en el primer quinquenio periodo

2017- 2021

TRAMO	DBO (ton/año)				SST (ton/año)			
	Línea base 2013	Carga proyectada 2021	Propuesta de reducción	Carga meta a verte	Línea base 2013	Carga proyectada 2021	Propuesta de reducción	Carga meta a verter
I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
II	13,73	16,09	6,43	9,65	13,76	16,12	6,45	9,67
III	12,39	14,52	5,81	8,71	11,18	13,10	5,24	7,86
IV	1377,34	1613,77	645,51	968,26	1058,62	1240,34	496,14	744,21
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VII	0,18	0,21	0,08	0,13	0,13	0,16	0,06	0,09
VIII	214,99	251,90	100,76	151,14	157,41	184,43	73,77	110,66
IX	7,20	8,44	3,38	5,06	3,94	4,62	1,85	2,77
X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
XI	451,73	529,27	211,71	317,56	304,62	356,91	142,76	214,15
XII	0,51	0,60	0,24	0,36	0,34	0,40	0,16	0,24
XIII	303,18	355,22	142,09	213,13	130,10	152,43	60,97	91,46
XIV	679,06	795,63	318,25	477,38	429,33	503,03	201,21	301,82
XV	10,90	12,77	5,11	7,66	4,57	5,35	2,14	3,21
XVI	78,94	92,49	37,00	55,49	75,78	88,79	35,52	53,27
Total	3150,15	3690,91	1476,3	2214,54	2189,78	2565,68	1026,27	1539,41

Nota. Tomado de PORH Cornare, resolución 112-5304 del 2016

De igual manera, la Resolución No. 112-5304 del 26 de octubre de 2016, definió los objetivos de calidad para las fuentes superficiales de toda la región con 109 estaciones de monitoreo para verificar su cumplimiento. De manera particular, en la cuenca del río Negro se dispusieron cuarenta y una (41) estaciones sobre la corriente principal y sus tributarios más importantes, ubicadas en las bocatomas de los acueductos urbanos principales, así como en las fuentes receptoras de vertimientos, las cuales son monitoreadas tres veces en el año en periodos contrastantes; en las tablas siguientes se relacionan los objetivos de calidad definidos para los 16 tramos del río Negro y sus principales afluentes.

Tabla 9

Objetivos de calidad para los tramos y usos del agua del río Negro

TRAMO	OBJETIVOS DE CALIDAD		CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO		LARGO PLAZO	
			(2 AÑOS)		(5 AÑOS)		(10 AÑOS)	
			CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
Tramo I Río Pantanillo. Desde el sector identificado como el Bombeo la Ceja, hasta 200 metros antes del perímetro urbano del municipio de El Retiro en el sector La Terruca del municipio de El Retiro en el sector La Terruca	DBO5	mg/ L	5	Aguas naturales- Consumo humano	5	Aguas naturales- Consumo humano	5	Preservación de Flora y fauna
	DQO	mg/ L	15		15			
	COT	mg/ L	Análisis/reporte		Análisis/reporte			
	pH	Unidades pH	5-9		5-9			
	Oxígeno disuelto	mg/ L	> 5		> 5			
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	10000		10000			
	Grasas y aceites	mg/ L	Ausente		Ausente			
	SST	mg/l	20		20			
	BMWP							
Tramo II. Río Negro. 200 metros antes del perímetro urbano del municipio de El Retiro en el sector La Terruca, hasta la estructura hidráulica de entrada al embalse La Fe	DBO5	mg/ L	5	Aguas naturales- Consumo humano	5	Aguas naturales- Consumo humano	5	Aguas naturales- Consumo humano
	DQO	mg/ L	15		15			
	COT	mg/ L	Análisis/reporte		Análisis/reporte			
	pH	Unidades pH	5-9		5-9			
	Oxígeno disuelto	mg/ L	> 5		> 5			
	Coliformes totales	UFC/100 ml	150000		150000			
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	50000		50000			

TRAMO	OBJETIVOS DE CALIDAD		CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO		LARGO PLAZO	
			(2 AÑOS)		(5 AÑOS)		(10 AÑOS)	
			VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
4 Tramo IV. Tramo III. Río Negro. Desde la estructura hidráulica de entrada al embalse La Fe, hasta 300 metros aguas debajo de Río Negro. 300 metros aguas abajo de la captación	Grasas y aceites	mg/ L	Ausente		Ausente		Ausente	
	SST	mg/L	25		25		25	
	Fosforo Total	mg/L P					0,1	
	DBO5	mg/ L	5		5		5	
	DQO	mg/ L	20		20		20	
	COT	mg/ L	Análisis/reporte		Análisis/reporte		Análisis/reporte	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		5-9	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	> 5		> 5		> 5	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	100000		100000		100000	
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	30000		30000		30000	
	Grasas y aceites	mg/ L	20		20		20	
	SST	mg/L	70		70		70	
	Fenoles	mg/L	0,002		0,002		0,002	
	Cadmio (Cd)	mg/L	0,01		0,01		0,01	
	Plomo (Pb)	mg/L			0,10		0,10	
	Cromo (Cr ⁺⁶)	mg/L					0,10	
	Hidrocarburos	mg/L	Análisis/reporte		Análisis/reporte		Análisis/reporte	
	Fósforo total	mg/L P					0,1	
	DBO ₅	mg/ L	15		15		15	
	DQO	mg/ L	40		40		40	

Aguas naturales- Consumo humano

Aguas naturales- Consumo humano

Aguas naturales- Consumo humano

Uso Estático

Uso Estático

Uso Estático

Análisis de la Articulación Normativa y las acciones del estado en el
Tratamiento de Aguas Residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia,
para medir el Impacto en la Sostenibilidad

TRAMO	OBJETIVOS DE CALIDAD		CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO		LARGO PLAZO	
			(2 AÑOS)		(5 AÑOS)		(10 AÑOS)	
			CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
Tramos V. Río Negro. Estación Puente Autopista hasta la Estación La Fresera	COT	mg/ L	Análisis/reporte		Análisis/reporte		Análisis/reporte	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	>4		>4		>5	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	160000		160000		160000	
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	80000		80000		80000	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		5-9	
	SST	mg/l	300		250		120	
	Olor		Moderado		Moderado		Débil	
	Cadmio (Cd)	mg/L	0,01		0,01		0,01	
	Plomo (Pb)	mg/L	0,10		0,10		0,10	
	Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶)	mg/L	0,10		0,10		0,10	
	Metabolitos	µg/l	Análisis/reporte		Análisis/reporte		Análisis/reporte	
	Fósforo total	mg/L P					0,3	
	DBO ₅	mg/ L	10		10		10	
	DQO	mg/ L	40		40		40	
	COT	mg/ L	Análisis/reporte		Análisis/reporte		Análisis/reporte	
	pH	Unidades pH	5-9	Uso agrícola y pecuario	5-9	Uso agrícola y pecuario	5-9	Uso agrícola y pecuario
	Oxígeno disuelto	mg/ L	>3		>4		>5	
	SST	mg/ L	140		95		70	
	Fenoles	mg/L	0,002		0,002		0,002	

TRAMO	OBJETIVOS DE CALIDAD		CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO		LARGO PLAZO	
			(2 AÑOS)		(5 AÑOS)		(10 AÑOS)	
			VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
Tramo VI. Río Negro. Estación La Fresera hasta la Estación Río Abajo	Coliformes totales	UFC/100 ml	150000		150000		150000	
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	70000		70000		70000	
	Cadmio (Cd)	mg/L			0,01		0,01	
	Plomo (Pb)	mg/L					0,10	
	Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶)	mg/L					0,10	
	Metabolitos	µg/l	Análisis/reporte		Análisis/reporte		Análisis/reporte	
	Fosforo Total	mg/L P					0,2	
	DBO ₅	mg/ L	5		5		5	
	DQO	mg/ L	30		30		30	
	COT	mg/ L	Análisis/reporte		Análisis/reporte		Análisis/reporte	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		5-9	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	>3		>4		>5	
	Fenoles	mg/L	0,002		0,002		0,002	
	SST	mg/l	161		95		40	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	150000	Uso agrícola y pecuario	150000	Uso agrícola y pecuario	150000	Uso agrícola y pecuario
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	40000		40000		40000	
	Plomo (Pb)	mg/L	0,10				0,10	
	Cadmio (Cd)	mg/L			0,01		0,01	

TRAMO	OBJETIVOS DE CALIDAD		CORTO PLAZO (2 AÑOS)		MEDIANO PLAZO (5 AÑOS)		LARGO PLAZO (10 AÑOS)	
	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR	USO AGUA	VALOR	USO AGUA	VALOR	USO AGUA
			MAXIMO ESTABLECIDO		MAXIMO ESTABLECIDO		MAXIMO ESTABLECIDO	
	Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶)	mg/L					0,10	
	Fósforo total	mg/L P					0,2	

Nota. Tomado de *PORH Cornare (Universidad Católica del Oriente, 2016)*

Tabla 10

Objetivos de calidad para tramos y usos del agua de la quebrada La Pereira

TRAMO	OBJETIVOS DE CALIDAD		CORTO PLAZO (2 AÑOS)		MEDIANO PLAZO (5 AÑOS)		LARGO PLAZO (10 AÑOS)	
	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR	USO AGUA	VALOR	USO AGUA	VALOR	USO AGUA
			MAXIMO ESTABLECIDO		MAXIMO ESTABLECIDO		MAXIMO ESTABLECIDO	
Tramo VII. Quebrada La Pereira. Nacimiento Quebrada La Pereira en la vereda El Tambo, hasta 400 metros antes del perímetro urbano del municipio de la Ceja en el sector hacienda horizontales	DBO5	mg/ L	5		5		5	
	DQO	mg/ L	15		15		15	
	COT	mg/ L	análisis/ reporte		análisis/ reporte		análisis/ reporte	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		6-9	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	> 5		> 5		> 6	
	SST	mg/l	15		15		15	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	50000		50000		50000	
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	10000		10000			

Aguas naturales- Consumo humano

Aguas naturales- Consumo humano

Preservación de Flora y fauna

OBJETIVOS DE CALIDAD			CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	
			(2 AÑOS)	(5 AÑOS)	(10 AÑOS)	
TRAMO	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
Tramo VIII. Quebrada La Pereira. Desde 400 metros antes del perímetro urbano del municipio de la Ceja en el sector hacienda horizontes, hasta la desembocadura de la quebrada La Uchuval	Grasas y aceites	mg/ L	Ausente		Ausente	
	Fósforo Total	mg/ L			0,2	0,2
	BMWP					>80
	DBO ₅	mg/ L	15		15	15
	DQO	mg/ L	30		30	30
	COT	mg/ L	análisis/ reporte		análisis/ reporte	análisis/ reporte
	pH	Unidades pH	5-9		5-9	5-9
	Oxígeno disuelto	mg/ L	> 5		>5	>5
	SST	mg/l	15		15	15
	Fenoles	mg/L	0,002		0,002	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	150000		150000	150000
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	50000		50000	50000
	Cadmio (Cd)	mg/L			0,01	0,01
	Olor					Débil
	Plomo (Pb)	mg/L				0,10
	Fósforo Total	mg/L P				0,15
	Tramo IX. Quebrada La Pereira. Desde la desembocadura de la quebrada	Metabolitos	µg/L	análisis/ reporte		análisis/ reporte
Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶)		mg/L				0,10
DBO ₅		mg/ L	5		5	5
DQO		mg/ L	30		30	30
COT		mg/ L	análisis/		análisis/	análisis/

Uso agrícola y pecuario

Uso agrícola y pecuario

Estético

Uso agrícola y pecuario

Uso agrícola y

Aguas naturales

Análisis de la Articulación Normativa y las acciones del estado en el
Tratamiento de Aguas Residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia,
para medir el Impacto en la Sostenibilidad

OBJETIVOS DE CALIDAD			CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
			(2 AÑOS)	(5 AÑOS)	(10 AÑOS)
TRAMO	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO
			USO AGUA	USO AGUA	USO AGUA
			reporte	reporte	reporte
	pH	Unidades pH	5-9	5-9	5-9
	Oxígeno disuelto	mg/ L	> 5	>5	> 5
	Fenoles	mg/L	0,002	0,002	0,002
	Coliformes totales	UFC/100 ml	70000	70000	70000
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	15000	15000	15000
	Cadmio (Cd)	mg/L		0,01	0,01
	Grasas y aceites	mg/ L			20
	Fósforo Total (P)	mg/L			0,2
	SST	mg/L	70	70	70
	Plomo (Pb)	mg/L			0,10
	Hidrocarburos	mg/L	Análisis/reporte	Análisis/reporte	Análisis/reporte
	Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶)	mg/L			0,10

Nota. Tomado de PORH Cornare. (Universidad Católica del Oriente, 2016)

Tabla 11

Objetivos de calidad para tramos y usos del agua de la quebrada La Cimarrona

TRAMO	OBJETIVOS DE CALIDAD		CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO		LARGO PLAZO	
	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
Tramo X. Quebrada La Cimarrona. Nacimiento en la vereda Boquerón sobre la cota 2600, hasta la confluencia con la quebrada La Madera	DBO5	mg/ L	10	Aguas naturales- Consumo humano	10	Aguas naturales- Consumo humano	10	Preservación de Flora y fauna
	DQO	mg/ L	30		30			
	COT	mg/ L	Análisis/ reporte		Análisis/ reporte		Análisis/ reporte	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		6-9	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	> 5		> 5		> 6	
	SST	mg/L	70		70		25	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	150000		150000		150000	
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	50000		50000		50000	
	Grasas y aceites	mg/ L	Ausente		Ausente		Ausente	
	Fósforo Total	mg/ L					0,2	
	BMWP						>80	
Tramo XI Quebrada La Cimarrona. Desde la confluencia con la quebrada La Madera hasta la desembocadura sobre el río Negro	DBO ₅	mg/ L	20	Uso Estético	20	Uso Estético	20	Uso Estético
	DQO	mg/ L	60		60			
	COT	mg/ L	Análisis/ reporte		Análisis/ reporte		Análisis/ reporte	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	>5		>5		>5	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		5-9	
	SST	mg/L	70		70		70	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	200000		200000		200000	

OBJETIVOS DE CALIDAD			CORTO PLAZO (2 AÑOS)		MEDIANO PLAZO (5 AÑOS)		LARGO PLAZO (10 AÑOS)	
TRAMO	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	100000		100000		100000	
	Olor		Moderado		Moderado		Débil	
	Cadmio (Cd)	mg/L	0,01		0,01		0,01	
	Plomo (Pb)	mg/L	0,10		0,10		0,10	
	Cromo hexavalente (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,10		0,10		0,10	
	Fósforo Total (P)	mg/l					0,20	

Nota. Tomado de PORH Cornare. (Universidad Católica del Oriente, 2016)

Tabla 12

Objetivos de calidad para tramos y usos del agua de la quebrada La Mosca

OBJETIVOS DE CALIDAD			CORTO PLAZO (2 AÑOS)		MEDIANO PLAZO (5 AÑOS)		LARGO PLAZO (10 AÑOS)	
TRAMO	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
Tramo XI Quebrada La Mosca (El Chuscal). Nacimiento de la quebrada La Mosca (El Chuscal Sector Alto de la Virgen) hasta 500 metros antes de llegar a la autopista Medellín-Bogotá Sector Villa Flor	DBO5	mg/ L	5		5		5	
	DQO	mg/ L	20		20		20	
	COT	mg/ L	análisis/ reporte		análisis/ reporte		análisis/ reporte	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		6-9	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	> 5		> 5		> 6	
	SST	mg/L	15		15		15	

Aguas naturales- Consumo humano

Aguas naturales- Consumo humano

Preservación de Flora y fauna

OBJETIVOS DE CALIDAD		CORTO PLAZO (2 AÑOS)		MEDIANO PLAZO (5 AÑOS)		LARGO PLAZO (10 AÑOS)		
TRAMO	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
Tramo XIII. Quebrada La Mosca. Desde 500 metros antes de llegar a la autopista Medellín-Bogotá Sector Villa Flor Vereda Romeral, hasta desembocadura sobre el río Negro	Coliformes totales	UFC/100 ml	120000		120000		120000	
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	50000		50000		50000	
	Grasas y aceites	mg/ L	Ausente		Ausente		Ausente	
	Fósforo Total (P)	mg/ L					0,2	
	BMWP						>80	
	DBO ₅	mg/ L	20		20		20	
	DQO	mg/ L	40		40		40	
	COT	mg/ L	análisis/ reporte		análisis/ reporte		análisis/ reporte	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	>5		>5		>5	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		5-9	
	SST	mg/L	40		40		20	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	200000		200000		200000	
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	100000		100000		100000	
	Fenoles	mg/L	0,002		0,002		0,002	
	Arsénico (As)	mg/L	0,1		0,1		0,1	
	Cadmio (Cd)	mg/L	0,01		0,01		0,01	
	Plomo (Pb)	mg/L	0,10		0,10		0,10	
	Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶)	mg/L	0,10		0,10		0,10	
	Níquel (Ni)	mg/L	0,10		0,10		0,10	

Uso Industrial

Uso Industrial

Uso Industrial

OBJETIVOS DE CALIDAD			CORTO PLAZO (2 AÑOS)		MEDIANO PLAZO (5 AÑOS)		LARGO PLAZO (10 AÑOS)	
TRAMO	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
	Metabolitos	µg/L	análisis/ reporte		análisis/ reporte		análisis/ reporte	
	Mercurio (Hg)	mg/L	0,01		0,01		0,01	
	Fósforo Total (P)	mg/ L					0,1	

Nota. Tomado de *PORH Cornare.* (Universidad Católica del Oriente, 2016)

Tabla 13

Objetivos de calidad para los tramos y usos Del agua de la quebrada La Marinilla, Chachafruto y El Salado

OBJETIVOS DE CALIDAD			CORTO PLAZO (2 AÑOS)		MEDIANO PLAZO (5 AÑOS)		LARGO PLAZO (10 AÑOS)	
TRAMO	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
Tramo XIV. Quebrada La Marinilla. Desde Nacimiento de la quebrada La Marinilla, en el Sector Morritos (Santuario) hasta desembocadura sobre el río Negro	DBO ₅	mg/ L	15		15		15	
	DQO	mg/ L	40		40		40	
	COT	mg/ L	análisis/reporte		análisis/reporte		análisis/reporte	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		5-9	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	> 3		>4		> 5	
	SST	mg/L	70		70		40	
	Fenoles	mg/L	0,002		0,002		0,002	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	200000		200000		200000	
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	150000		150000		150000	

TRAMO	OBJETIVOS DE CALIDAD		CORTO PLAZO (2 AÑOS)		MEDIANO PLAZO (5 AÑOS)		LARGO PLAZO (10 AÑOS)	
	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
Tramo XV. Quebrada Chachafruto. Nacimiento en la cota 2600 vereda Yarumal, hasta desembocadura sobre el río Negro	Cadmio (Cd)	mg/L	0,01		0,01		0,01	
	Fósforo Total (P)	mg/ L	0,25		0,25		0,25	
	Plomo (Pb)	mg/L			0,10		0,10	
	Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶)	mg/L					0,10	
	DBO ₅	mg/ L	5		5		5	
	DQO	mg/ L	20		20		20	
	COT	mg/ L	análisis/reporte		análisis/reporte		análisis/reporte	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		5-9	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	>5		>5		>5	
	SST	mg/L	450		200		100	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	150000		150000		150000	
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	30000		30000		30000	
	Fenoles	mg/L	0,002		0,002	Uso Industrial	0,002	Uso Industrial
	Arsénico (As)	mg/L	0,1		0,1	Uso Industrial	0,1	Uso Industrial
	Cadmio (Cd)	mg/L	0,01		0,01		0,01	
	Plomo (Pb)	mg/L	0,10		0,10		0,10	
	Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶)	mg/L	0,10		0,10		0,10	
	Níquel (Ni)	mg/L	0,10		0,10		0,10	
	Mercurio (Hg)	mg/L	0,01		0,01		0,01	
	Hidrocarburos	mg/L	Análisis /reporte		Análisis/reporte		Análisis/reporte	

OBJETIVOS DE CALIDAD			CORTO PLAZO (2 AÑOS)	MEDIANO PLAZO (5 AÑOS)	LARGO PLAZO (10 AÑOS)			
TRAMO	CRITERIO	UNIDADES DE MEDIDA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA	VALOR MAXIMO ESTABLECIDO	USO AGUA
Tramo XVI. Quebrada El Salado. Desde el Nacimiento de la quebrada El Salado en el sector Guacirú, hasta la desembocadura sobre el río Negro	Fósforo total (P)	mg/L				0,1		
	DBO ₅	mg/ L	5		5		5	
	DQO	mg/ L	20		20		20	
	COT	mg/ L	análisis/reporte		análisis/reporte		análisis/reporte	
	pH	Unidades pH	5-9		5-9		5-9	
	Oxígeno disuelto	mg/ L	> 6		>6		> 6	
	SST	mg/L	40		40		40	
	Fenoles	mg/L	0,002		0,002		0,002	
	Coliformes totales	UFC/100 ml	150000	Uso agrícola y pecuario	150000	Uso agrícola y pecuario	150000	Uso agrícola y pecuario
	Coliformes fecales	UFC/100 ml	30000		30000		30000	
	Cadmio (Cd)	mg/L	0,01		0,01		0,01	
	Plomo (Pb)	mg/L			0,10		0,10	
	Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶)	mg/L					0,10	

Nota. Tomado de PORH Cornare. (Universidad Católica del Oriente, 2016)

El PORH contiene además un plan programático, con cinco líneas estratégicas, ocho programas y ocho proyectos, orientados al conocimiento de la demanda, el mejoramiento de la oferta hídrica, el monitoreo de la calidad del agua, la disminución de riesgos por desabastecimiento y el fortalecimiento de la gobernanza institucional; para garantizar su cumplimiento, la corporación realiza el seguimiento y monitoreo de manera anual tanto a los objetivos de calidad del agua, como a las metas de carga contaminante en el primero de acuerdo a la planeación de corto plazo (dos años, 2016-2018), hoy en

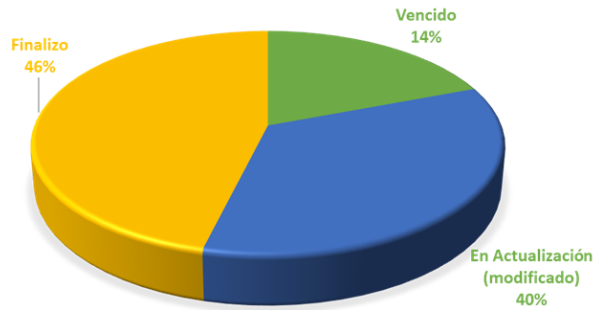
desarrollo del mediano plazo el segundo, de acuerdo al plan quinquenal del primer periodo correspondiente a los años 2017-2021 los que son reportados en informes anuales.

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV): Es el instrumento de planificación creado por el documento CONPES 3177 de 2002, el Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales y el Decreto 3100 de 2003 de Tasas Retributivas por Contaminación, desarrollado por la Resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial (MAVDT); tiene como finalidad avanzar en el saneamiento de los vertimientos por medio de programas, proyectos y actividades encaminadas a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales al sistema público de alcantarillado, contiene además los cronogramas e inversiones necesarias para su cumplimiento, los cuales son articulados con el cumplimiento de los objetivos de calidad definidos por autoridad ambiental en el PORH, su horizonte mínimo es de diez años, en tres fases de corto (dos años), mediano (cinco años) y largo plazo (10 años), además, su formulación identifica los principales actores involucrados en la gestión del saneamiento ambiental y manejo de vertimientos líquidos a los cuerpos de agua, con el fin de garantizar una adecuada prestación del servicio, cobertura, control e inversiones en el sector.

Estado actual de los PSMV En la jurisdicción Cornare: De los 26 municipios de jurisdicción de Cornare en trece (13) se ha finalizado, lo que significa que se cumplió con el horizonte de planificación aprobado, en tres municipios están vencidos, donde no se cumplió ni en tiempo, ni con las actividades en el horizonte de planificación aprobado y en los diez (10) restantes se encuentran en proceso de actualización, entre tanto, en la cuenca del río Negro de los 10 municipios que la conforman, siete finalizaron su PSMV, tres se encuentran en actualización, Guarne, Marinilla y Rionegro. La figura 13 y la tabla 15, muestran la distribución del estado de los PSMV en los 26 municipios jurisdicción de la CAR.

Figura 13

Estado de los PSMV en la jurisdicción de Cornare



Nota. La figura muestra la distribución del estado de los PSMV, en toda la jurisdicción de Cornare.

Tabla 14

Estado de los PSMV En la jurisdicción Cornare 2023

En actualización	Vencidos	Terminados
Abejorral	Cocorná	Alejandría
Argelia	Granada	El Carmen de Viboral
Guarne	San Luis	Concepción
Marinilla		Guatapé
Nariño		La Ceja
Rionegro		La Unión
San Rafael		El Peñol
Santo Domingo		El Retiro
San Carlos		San Francisco
Puerto Triunfo		San Roque
Abejorral		El Santuario
		Sonsón
		San Vicente
		Alejandría

Nota. Los datos fueron tomados de las bases de dato de Cornare, trazabilidad grupo de recurso hídrico abril 2024

En aplicación de PGIRH y la entrada en vigencia del Decreto 3930 del 2010, se promovió en la jurisdicción de Cornare que los municipios y empresas prestadoras de servicios públicos obtuvieran los permisos de vertimientos para sus respectivas PTAR, de acuerdo al Decreto 1076 del 2015.

Tabla 15

PTAR con permiso de vertimiento en los municipios de la jurisdicción Cornare.

MUNICIPIO	ZONA	NOMBRE
Rionegro	Rural	Chachafruto, Cimarronas, Los Peñoles, Galicia Parte Baja, Galicia Parte Alta, Callejón de Los Hurtado, Cabeceras- Alto Bonito, Alto de Los Gómez, La Playa, Sajonia Playa Rica, El Rosal, Conejera Chamizal, Jardines de Cimarronas, Rincón Santo (Galicia Parte Baja), Pontezuela, Santa Teresa
El Carmen	Urbana	Principal, Campo Alegre, Zacatín, Aguas Claras
Marinilla	Urbana	Principal, Corbelen (Sector La Arboleda)
Guarne	Urbana	Principal (vencido), San Ignacio, Pénjamo
La Unión	Urbana	Principal, Sagrado Corazón
La Ceja	Urbana	Principal, vueltecitas
El Retiro	Urbana	Principal, Salados Norte, Villa Elena I y II (Construcción EBAR)
El Retiro	Rural	Tolda, Campanita, La Palencia
Santuario	Urbana	Principal
San Vicente	Urbana	Principal
San Carlos	Urbana	Principal
San Carlos	Corregimiento	El Jordán
GUATAPE	Urbana	Principal, El Roble
El Peñol	Urbana	Principal, Florito
Granada	Urbana	Principal, Santa Ana
San Rafael	Urbana	Principal
San Francisco	Urbana	Tripa 1 y 2, Cascajo
San Francisco	Corregimiento	Aquitania (Sector El Colegio), Aquitania (Sector El Parque)

MUNICIPIO	ZONA	NOMBRE
Puerto Triunfo	Urbana	Principal
Puerto Triunfo	Corregimiento	Estación Cocorná, Santiago Berrio, Doradal
San Luis	Urbana	Principal o Circuito 1, San Joaquín, Circuito 6
San Luis	Corregimiento	El Prodigio
Sonsón	Urbana	Principal
Sonsón	Corregimiento	La Danta, Jerusalén
Nariño	Urbana	Principal
Abejorral	Urbana	Principal
Abejorral	Corregimiento	El Erizo, Pantanillo
Argelia	Urbana	Principal
Concepción	Urbana	Principal
Santo Domingo	Corregimiento	Porcesito
San Roque	Urbana	Principal
Alejandría	Urbana	Balneario, Centenario o Bicentenario, Sector Sur, Sector Norte, Coliseo, Hospital, Matadero, Santo Domingo (Taca), Los Molinas, Proyecto de viviendas de interés Social Villa Sor

Nota. Los datos fueron tomados de las bases de dato de Cornare, trazabilidad grupo de recurso hídrico abril 2024

PTAR: En la cuenca del río Negro se tienen 45 PTAR, que vierten sus efluentes al río Negro y a sus afluentes principales, 15 están ubicadas en las zonas urbanas o cabeceras municipales, 30 se encuentra en la zona rural, que tratan las aguas de los centros poblados y corregimientos, 12 de ellas pertenecen al municipio de Rionegro. La figura 14 muestra la distribución del estado de normalización de las PTAR y en la tabla 16, se detalla el inventario de las PTAR de la cuenca, resaltando el tipo de tratamiento, tecnología y ubicación.

Figura 14

PTAR con permiso de vertimiento en la región

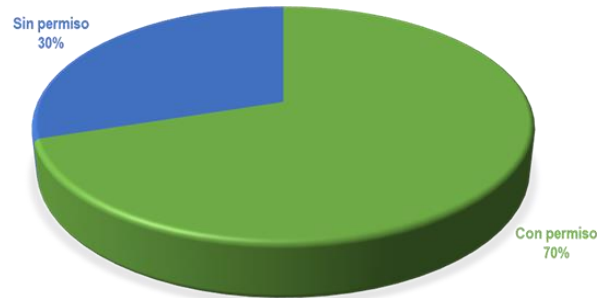


Tabla 16

PTAR en la cuenca del río Negro

NOMBRE PTAR	MUNICIPIO	ZONA	NOMBRE PRESTADOR DEL SERVICIO	TIPO TRATAMIENTO	TIPO DE TECNOLOGÍA	Fecha de construcción	Permiso de Vertimiento
							Fecha expedición
PTAR PRINCIPAL	Rionegro	URBANA	EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN	Preliminar, primario	Cribado-desarenadores ciclónicos, UASB- En proceso de optimización	2006/2007 Primera etapa	112-6589-14/10/2008 modifico PSMV 112-3863-17/10/2019
PTAR Barro Blanco	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, Sed primario, Unidad de filtración		NA
PTAR Chachafruto	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado, Sedimentador, FAFA		112-7042 28/12/2015
PTAR Cimarronas	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, RAFP, FAFA	1998	112-1080-04/04/2019
PTAR Los Peñoles	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, RAFP, FAFA-	2010	112-1062-02/04/2019
PTAR Galicia Parte Baja	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, Sed primario, FAFA	2010	112-0439-20/02/2015
PTAR Galicia Parte Alta	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado, Tanque Imhoff, FAFA		112-1409-02/05-2019
PTAR Callejón de Los Hurtado	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado, Tanque séptico, FAFA,		112-1408-02/03/2019
PTAR Cabeceras- Alto Bonito	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, Biodigestores, Tanques estabilizadores y FAFA		112-0187-21/01/2020
PTAR Alto de Los Gómez	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado, Tanques sépticos, FAFA	2010	112-1957-10/06/2019
PTAR La Playa	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, Tanque Imhoff, FAFA		112-1436-14/05/2019
PTAR Sajonia Playa Rica	Rionegro	RURAL	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL SAJONIA ALTO VALLEJO "ARSA E.S.P."	Preliminar, primario, secundario	Cribado, Reactor Biológico Anoxico, Lecho biológico de flujo ascendente, Tanque de aireación y desinfección. Floculador, sedimentador tangencial de alta tasa		112-7230-31/12/2015 modifico 112-6970-6/12/2017
PTAR El Rosal	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado, Tanque séptico, FAFA		112-1079-04/04/2019
PTAR Conejera Chamizal	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, RAFP, FAFA	2015-2016	112-7092-13/12/2017 modifico RE-03579-02/06/2021

Análisis de la Articulación Normativa y las acciones del estado en el
Tratamiento de Aguas Residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia,
para medir el Impacto en la Sostenibilidad

NOMBRE PTAR	MUNICIPIO	ZONA	NOMBRE PRESTADOR DEL SERVICIO	TIPO TRATAMIENTO	TIPO DE TECNOLOGÍA	Fecha de construcción	Permiso de Vertimiento
							Fecha expedición
PTAR Jardines de Cimarronas	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Cribado, Desarenador, Reactor Anaerobio de Flujo Pistón (RAFP), Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), Filtro en carbón activado		112-5392-+H20+A5:H19+A7:H19+A6:H19+A5:H19+A2:H19+H20+A5:A5:H19
PTAR Santa Ana - Sector Ojo de Agua	Rionegro	RURAL	MUNICIPIO DE RIONEGRO	Preliminar, primario, secundario	Tanque séptico, FAFA		112-3587-17/08/2018
PTAR PRINCIPAL	El Carmen de Viboral	URBANA	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE EL CARMEN DE	Preliminar, primario.	Cribado-Desarenador, Sed alta tasa	1997 Primera etapa 2005 Segunda Etapa	112-4908-23/11/2018
PTAR LOS ANGELES	El Carmen de Viboral	RURAL	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE EL CARMEN DE VIBORAL LA CIMARRONA E.S.P	Preliminar, primario, secundario	Trampa Grasas, Tanque séptico, FAFA		112-4908-23/11/2018
PTAR BETANIA	El Carmen de Viboral	RURAL	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE EL CARMEN DE VIBORAL LA CIMARRONA E.S.P	Preliminar, primario, secundario	Tanque séptico, FAFA		112-4908-23/11/2018
PTAR CAMPO ALEGRE	El Carmen de Viboral	RURAL	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE EL CARMEN DE VIBORAL LA CIMARRONA E.S.P	Preliminar, primario, secundario	Tanque Imhoff, Lecho biológico de flujo ascendente,		112-4908-23/11/2018
PTAR ZACATIN	El Carmen de Viboral	RURAL	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE EL CARMEN DE VIBORAL LA CIMARRONA E.S.P	Preliminar, primario, secundario, terciario	Cribado-Desarenador, Reactor Biológico Anoxico, Lecho biológico de flujo ascendente, Floculación, sedimentación de alta tasa aireación y desinfección	2013	112-2418-05/06/2014
PTAR PRINCIPAL	Marinilla	URBANA	ESPA SAN JOSE DE LA MARINILLA	Preliminar, primario	Cribado-Desarenador, Sed alta tasa	2004	112-2878-26/06/2015
PTAR CORBELEN	Marinilla	RURAL	CORPORACION DE SERVICIOS PUBLICOS DE BELEN MARINILLA-CORBELEN	Preliminar, primario, secundario	Trampa de grasas, Tanque séptico, FAFA		112-4866-19/11/2018
PTAR PRINCIPAL	Guarne	URBANA	AQUATERRA E.S.P.	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, Sed alta tasa	2003/2004	112-5269-09/12/2013
SAN IGNACIO	Guarne	RURAL	MUNICIPIO DE GUARNE	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, Tanque séptico, FAFA	2005 Primera etapa 2019 Segunda etapa	112-0355-03/02/2017
PENJAMO	Guarne	RURAL	MUNICIPIO DE GUARNE	Preliminar, primario, secundario	Desarenador, Tanque séptico, FAFA		112-0356-03/02/2017
PTAR PRINCIPAL	La Unión	URBANA	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE LA UNION S.A. E.S.P.	Preliminar, primario	Cribado-Desarenador, Tanque Imhoff	2010-2011	112-3380-07/07/2017
PTAR SAGRADO CORAZON	La Unión	RURAL	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE LA UNION S.A. E.S.P.	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, Tanque Imhoff, Lecho biológico de flujo ascendente, Canal serpentin	2011-2012	112-3380-07/07/2017
PTAR PRINCIPAL	La Ceja	URBANA	EMPRESAS PUBLICAS DE LA CEJA E.S.P	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, Laguna Facultativa,	2000 2016	112-4163-12/08/2017
PTAR VUELTECITAS	La Ceja	RURAL	MUNICIPIO DE LA CEJA	Preliminar, primario, secundario, terciario	Cribado-Desarenador, Reactor anaerobio de flujo pistón, FAFA, Filtro de carbón activado	2019-2020	RE-01705-16/03/2021
PTAR PRINCIPAL	El Retiro	URBANA	EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN	Preliminar, primario, secundario, terciario	Cribado-Desarenador, Proceso A/O- Reactor Bio-P-reactor anoxico, Reactor de lodos activados-clarificador secundario, Radiación ultravioleta (UV)	2019 (Nueva PTAR)	112-1829-07/05/2014 modifíco 112-4431-11/10/2018

NOMBRE PTAR	MUNICIPIO	ZONA	NOMBRE PRESTADOR DEL SERVICIO	TIPO TRATAMIENTO	TIPO DE TECNOLOGÍA	Fecha de construcción	Permiso de Vertimiento
							Fecha expedición
PTAR SALADOS NORTE	El Retiro	RURAL	AGUAS DE ORIENTE E.S.P	Preliminar, primario, secundario	Tanque séptico, FAFA	2006	112-1125-28/03/2017
PTAR VILLA ELENA I	El Retiro	RURAL	AGUAS DE ORIENTE E.S.P	Preliminar, primario, secundario	Tanque séptico, FAFA	2005	112-1125-28/03/2017
PTAR VILLA ELENA 2	El Retiro	RURAL	AGUAS DE ORIENTE E.S.P	Preliminar, primario, secundario	Trampa Grasas, Sed primario –RAFP, FAFA	2005	112-1125-28/03/2017
PTAR TOLDA	El Retiro	RURAL	MUNICIPIO DE EL RETIRO	Preliminar, primario, secundario, terciario	Cribado-Desarenador, Reactor biológico integrado (oxidación aeróbica y sedimentación primaria), Tanque clarificador secundario, floculación de manto de lodos, Filtración en medio de grava, arena y carbón activado, sistema de desinfección con Hipoclorito		131-0732-13/9/2016
PTAR LA PALENCIA	El Retiro	RURAL	MUNICIPIO DE EL RETIRO	Preliminar, primario, secundario, terciario	Cribado-Desarenador, RAFP, FAFA, Filtro de carbón activado	2013	131-0089-09/02/2015
PTAR CAMPANITA	El Retiro	RURAL	MUNICIPIO DE EL RETIRO	Preliminar, primario, secundario, terciario	Cribado-Desarenador-Tanque de homogenización, Reactor biológico de lodos activados de aireación extendida Clarificador secundario	2015-2016	112-2095-03/05/2018
PTAR PRINCIPAL (Zona urbana)	El Santuario	URBANA	EMPRESAS DE SERVICIOS PUBLICOS DE EL SANTUARIO E.S.P	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, Sed alta tasa, FAFA	2002 Primera etapa 2015 Segunda etapa	112-0724-06/03/2014 modificó 112- 6253-04/12/2015
PTAR PRINCIPAL (Zona urbana)	San Vicente	URBANA	MUNICIPIO DE SAN VICENTE	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, UASB,FAFA,-	2015-2016	112-7307-22/12/2017
PTAR PRINCIPAL (Zona urbana)	El Peñol	URBANA	AGUAS Y ASEO DE EL PEÑOL E.S.P.	Preliminar, primario, secundario	Cribado-Desarenador, Sed alta tasa, FAFA	2003/2004	112-3529-18/07/2017
PTAR FLORITO	El Peñol	RURAL	AGUAS Y ASEO DE EL PEÑOL E.S.P.	Preliminar, primario, secundario	Cribado, Sed de manto de lodos, FAFA	2018	132-0238-09/12/2016

Nota. Los datos fueron tomados de las bases de dato de Cornare, grupo de recurso hídrico abril 2024

Procesos sancionatorios relacionados con el seguimiento a los PSMV y permisos de vertimientos en los municipios de la jurisdicción: La CAR, en ejercicio de función como autoridad ambiental, realiza la verificación de cumplimiento de los requisitos ambientales establecidos en los actos administrativos que acogen los PSMV, los permisos de vertimientos otorgados a los municipios o a sus empresas prestadoras de servicios públicos, así como la atención de quejas por afectaciones ambientales a fuentes hídricas, es así como la mayoría de los procedimientos sancionatorios ambientales iniciados corresponde al incumplimiento de la entrega de los informes de avance al PSMV, plantas de tratamiento sin permiso de vertimientos que no están incluidas en el PSMV y por la descarga directa de vertimientos sin tratamiento previo, según lo dispuesto en el artículo

2.2.3.3.5.19. del decreto 1076 del 2015, que hace referencia a las sanciones por el incumplimiento de los términos, condiciones y obligaciones previstos en el permiso de vertimiento, plan de Cumplimiento o PSMV, dando lugar a la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias según lo previsto en la Ley 1333 de 2009. A continuación, la en la tabla 17 se hace una relación de los procesos sancionatorios adelantados por el incumplimiento normativo, donde se evidencia en general, que no se cumple con las obligaciones normativas, de manera especial en las PTAR de sus centros poblados.

Tabla 17

Procedimientos sancionatorios, relacionados con el cumplimiento del PSMV y los permisos de vertimientos en los municipios de la jurisdicción Cornare

MUNICIPIO/EMPRESA	MATERIA	ESTADO
Municipio de San Francisco	Incumplimiento PSMV	Cesación del procedimiento
ESP del municipio de Cocorná	Incumplimiento PSMV	Sancionado
ESP del municipio de Cocorná	NO tiene Permiso de vertimientos	Tiene multas sucesivas
ESP del municipio de Cocorná	NO tiene Permiso de vertimientos	Exonerado
Municipio de Rionegro – PTAR Barro Blanco	Incumplimiento normativo no tiene permiso de Vertimientos	Sancionado -
Municipio de Rionegro – PTAR Cimarronas	Incumplimiento normativo	Sancionado -
Municipio de Rionegro – PTAR Peñoles	Incumplimiento normativo	Sancionado
Municipio de Rionegro – PTAR Callejón de los Hurtados	Incumplimiento normativo	En periodo probatorio
Municipio de Rionegro – PTAR Conejera - Chamizal	Incumplimiento normativo	Inicio de Sancionatorio
Municipio de Rionegro – PTAR Alto de los Gómez	Incumplimiento normativo	En periodo probatorio
Municipio de San Carlos	Incumplimiento PSMV	Cesación del procedimiento
Municipio de San Carlos	Incumplimiento normativo	Sancionado
ESP del municipio de Cocorná	Incumplimiento normativo	Sancionado
Municipio de Puerto Triunfo, Corregimiento de Puerto Perales. Asociación de usuarios de Puerto Perales y el Municipio	Incumplimiento normativo no tiene permiso de Vertimientos	Sancionado

MUNICIPIO/EMPRESA	MATERIA	ESTADO
Municipio de Puerto Triunfo, Corregimiento de Estación Cocorná	Incumplimiento normativo no tiene permiso de Vertimientos	Sancionado
Municipio de Puerto Triunfo, Corregimiento Las Mercedes	Incumplimiento normativo no tiene permiso de Vertimientos	Sancionado
ESP del Municipio de San francisco	Incumplimiento PSMV	Sancionado
Municipio de Puerto Triunfo	Incumplimiento PSMV	Sancionado
Municipio de San Luis	Incumplimiento PSMV	Cesación del procedimiento
ESP del Municipio de Sonsón, corregimiento de la Danta	Incumplimiento normativo	Inicio de Sancionatorio
Municipio de Guarne, PTAR San Ignacio	Incumplimiento normativo	Inicio de Sancionatorio
Municipio de Guarne, PTAR Pénjamo	Incumplimiento normativo	Cesación del procedimiento
Municipio de Nariño	Incumplimiento normativo	Exonerado
Municipio de Argelia	Incumplimiento PSMV	Sancionado

Nota. Los datos son tomados de las bases de datos de Cornare. Trazabilidad, control y seguimiento grupo de recurso hídrico, abril 2024

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), acogido por la Resolución 330 de 2017 del Ministerio de ambiente, ciudad y territorio establece los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, que deberán ser atendidos por los prestadores de los servicios públicos, las entidades formuladoras de proyectos de inversión en el sector, los entes de vigilancia y control, las entidades territoriales, los diseñadores, constructores, interventores, operadores de sistemas propios del sector de agua y saneamiento básico. El RAS tiene el propósito de:

- Garantizar la calidad de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico
- Lograr la atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico.
- Buscar la ampliación permanente de las coberturas de los servicios.

- La planeación, economía, celeridad, transparencia, eficacia, imparcialidad, oportunidad, publicidad y responsabilidad en la contratación de las obras y de las actividades de operación y mantenimiento.
- Garantizar la seguridad, durabilidad, funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia de la infraestructura requerida para la prestación de los servicios públicos de agua y saneamiento.

En sus últimas modificaciones se incluye, además, lineamientos de sostenibilidad y articulación con otras normativas como la Resolución 844 de 2018 para zonas rurales, así mismo, incorpora medidas para la mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático, de la misma manera, en la resolución 799 de 2021 se promueven proyectos de infraestructura sostenible con énfasis en la participación comunitaria, es así como el artículo 14, determina que para la mejor alternativa viable para la ejecución de un proyecto se deben considerar los criterios de sostenibilidad económica, técnica, ambiental y social. (Reglamento técnico del sector de agua potable y básico: Documento compilatorio resolución 330 de 2017, modificada parcialmente por la resolución 799 de 2021, 2022). Por consiguiente, las inversiones que realiza Cornare para la construcción de infraestructura relacionada con la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales, deben cumplir a cabalidad con el estipulado en el RAS.

El Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales 2020 - 2050 (PMAR) es un documento elaborado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, que establece las directrices y estrategias para el manejo de las aguas residuales en los municipios del país hasta el año 2050; fue diseñado de cara a la necesidad de establecer nuevas estrategias para avanzar con la descontaminación del recurso hídrico en el país, en cumplimiento de uno de los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 de lograr el 54,3 % del tratamiento de las aguas residuales urbanas tratadas en el año 2022, y el 68,6% en el año 2030 a través de mejorar la Infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, asegurando la protección de la salud pública al tratar adecuadamente las aguas residuales antes de su vertimiento, reduciendo el impacto ambiental negativo de las aguas residuales no tratadas, contribuye al desarrollo sostenible de las comunidades al proporcionar un marco para la gestión eficiente del agua (PMAR

2020-2050, 2022). Este plan proyecta las inversiones necesarias para la construcción o mejoramiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las principales ciudades del país, para alcanzar las metas propuestas, es de aclarar, que no se contemplan inversiones importantes en el departamento de Antioquia y ninguna en la cuenca del río Negro, sin embargo, todas las acciones en esta, aportan a la calidad del agua de la gran cuenca Magdalena – Cauca.

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, conocido como el “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”, se definió como un compromiso por la equidad, con el objetivo de alcanzar la inclusión social y productiva a través del emprendimiento y la legalidad. (Ley 1955 del 2019, por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia, pacto por la equidad, 2019). En relación al tratamiento de las aguas residuales, el plan estableció metas específicas para mejorar la gestión y saneamiento de las aguas en Colombia, estableció el programa Saneamiento de Vertimientos (SAVER) con el propósito de estructurar sistemas integrales sostenibles para el tratamiento de aguas residuales urbanas, aumentando el porcentaje de aguas residuales tratadas con la meta de alcanzar el 54.2% de las aguas residuales urbanas tratadas para el año 2022 y llegar al 68.6% para el año 2030, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, titulado “Colombia, potencia mundial de la vida”, tiene como objetivo transformar el país en un líder en la protección de la vida, superando injusticias y promoviendo la paz y el cuidado del medio ambiente, en este contexto, el saneamiento básico desempeña un papel fundamental para garantizar un ambiente adecuado para el desarrollo de todos los colombianos, se reconoce que el acceso al agua potable y el saneamiento básico son derechos fundamentales, por lo tanto, busca mejorar la calidad de vida de la población a través de medidas como la gestión sostenible de los recursos hídricos y la promoción de prácticas adecuadas de saneamiento (Ley 2294 de 2023, “Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022- 2026 “Colombia potencia mundial de la vida,” 2023). En el marco del Plan se han propuesto diversas medidas específicas para mejorar el saneamiento básico en Colombia, algunas de estas acciones incluyen:

1. Infraestructura de Saneamiento: Se promoverá la construcción y mejora de sistemas de alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de disposición segura

de excretas, garantizando que las comunidades tengan acceso a servicios de saneamiento adecuados.

2.Educación y Concienciación: A través de campañas de sensibilización para educar a la población sobre la importancia del saneamiento básico, incluyendo prácticas adecuadas de higiene, manejo de desechos y uso responsable del agua.

3.Inversión en Zonas Rurales: Destinación de recursos para mejorar el saneamiento básico en áreas rurales, para la construcción de letrinas y sistemas de tratamiento de aguas residuales donde a menudo hay una falta de acceso a servicios adecuados.

4.Monitoreo y Evaluación: Se establecerán mecanismos de seguimiento para evaluar la efectividad de las intervenciones en saneamiento básico, permitiendo ajustar las estrategias según sea necesario.

5.Participación Comunitaria: Se fomentará la participación activa de las comunidades en la planificación y ejecución de proyectos de saneamiento básico, para garantizar que las soluciones sean adaptadas a las necesidades locales.

En resumen, el plan busca abordar las deficiencias en el saneamiento básico a través de una combinación de infraestructura, educación y participación comunitaria.

POMCA: es el instrumento a través del cual se realiza la planeación del adecuado uso del suelo al interior de la cuenca, así como de los servicios ecosistémicos identificados, con el propósito de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos, así como la conservación de la estructura físico -biótica de la cuenca, particularmente del recurso hídrico (MADS, 2014). Así las cosas, la cuenca se considera como la unidad de análisis para la planificación de la oferta y demanda de los recursos naturales renovables, fundamental para la toma de decisiones en la gestión ambiental. En consecuencia, CORNARE tiene en su jurisdicción cinco cuencas con influencia directa y seis compartidas con otras autoridades ambientales, considerando además que el 62 % de su territorio se encuentra en la cuenca del Río Nare que comprende las cuencas de los ríos Samaná Norte, Nus y Negro, a su vez, La Cuenca del Río Nare se divide en cuatro

zonas: Cuenca del Río Negro (aguas arriba del embalse peñol Guatapé), cuenca del Río Nare (aguas abajo del embalse), cuenca del Río Samaná Norte y cuenca del Río Nus. (Cornare, 2024)

El POMCA del río Negro Río Negro fue acogido por la resolución corporativa No 112-7296 de diciembre 21 del 2017, considerando, además, que un tramo de la cuenca es compartido con CORANTIOQUIA, dado que el municipio de Envigado está en su jurisdicción, por tal razón, CORANTIOQUIA, lo acogió por la resolución No 040-RES1712-7310 año 2017. Actualmente se encuentra en proceso de ejecución el componente programático, el cual está compuesto por cinco estrategias, ocho programas y dieciséis proyectos que tiene como propósito orientar la toma de decisiones para la gestión ambiental en el territorio, así como la ejecución de proyectos específicos hasta el año 2032, por consiguiente, en lo relacionado con el saneamiento básico de la cuenca se definió la estrategia P4.Manejo Ambiental Sostenible, en el programa P4.2.Mejorar la calidad del agua y disminuir la contaminación a fuentes superficiales con el proyecto P4.2.1. Mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales para dar cumplimiento a la norma de vertimientos vigente, aumentando el porcentaje de cobertura en zona urbana. (Cornare - Corantioquia - MADS, 2018). Las Figuras 15 y 16, muestran los municipios que conforman el POMCA del río Negro y su participación proporcional.

Figura 15

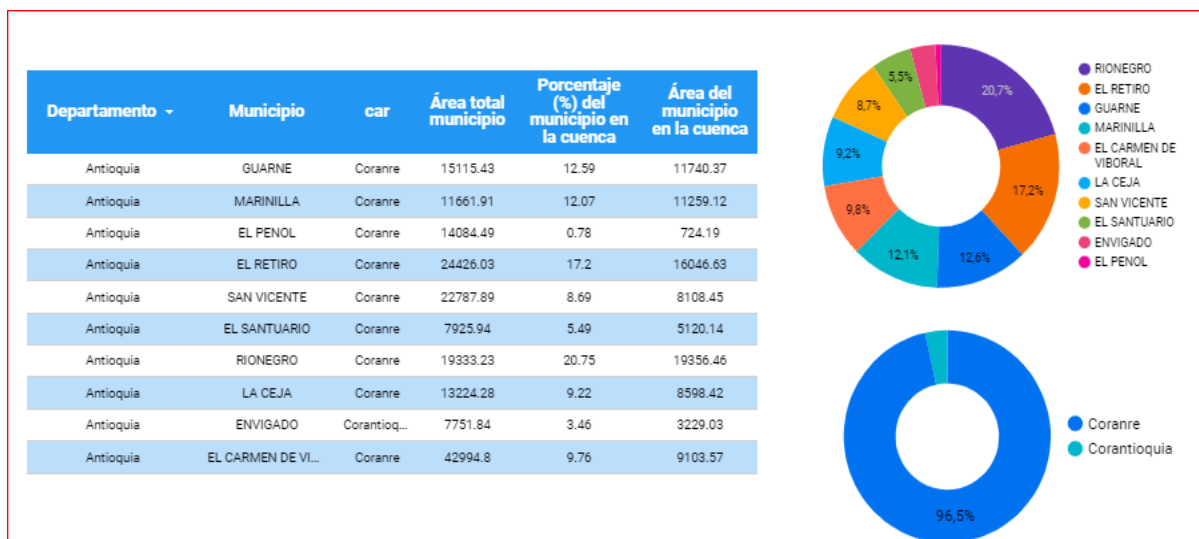
Municipios que hacen parte del POMCA del río Negro



Nota. Tomado de Cornare *seguimiento implementación del POMCA del río Negro*
<https://datstudio.google.com/reporting/3a7d04bf-2804-48c9-a06e-f922aa145a65>

Figura 16

Participación de los municipios en el área de la cuenca

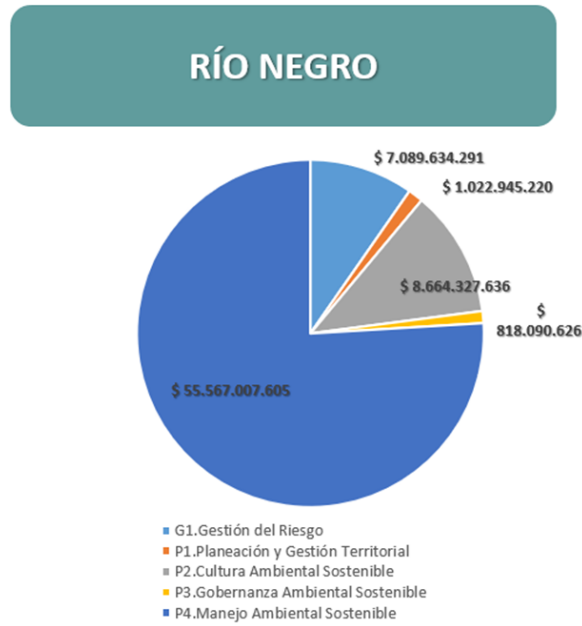


Nota. Tomado de Cornare *seguimiento implementación del POMCA del río Negro*
<https://datstudio.google.com/reporting/3a7d04bf-2804-48c9-a06e-f922aa145a65>

Como puede observarse en la figura 16, la mayor participación de territorio en la cuenca, la tiene el municipio de Rionegro, con el 20,76% del área total, seguido del Retiro con el 17,2%, Guarne con el 12, 59% y Marinilla con el 12,07%. Así mismo, el POCA considera un plan de inversiones para cada uno de los cuatro programas establecidos, por consiguiente, se relaciona en la figura 17 las inversiones realizadas entre los años 2019 y 2022.

Figura 17

Inversión en el POMCA del río Negro periodo 2019-2022



Nota. Tomado del informe estado actual de los recursos naturales y de la gestión ambiental en la jurisdicción de Cornare. (Cornare, 2023)

Como se puede ver en la gráfica, la mayor inversión se realizó en la línea estratégica P4. Manejo ambiental sostenible, en proyectos relacionados con infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales.

El POT: Es un instrumento técnico, normativo de planeación y gestión del territorio, conformado por acciones que contienen políticas administrativas para su planeación física, orientando el desarrollo del territorio municipal en el corto, mediano y largo plazo, regulando así, la utilización, ocupación y transformación del espacio físico urbano y rural, así mismo, determinan la clasificación del suelo, las normas urbanísticas necesarias, los programas, proyectos y demás elementos relacionados con el ordenamiento del territorio en armonía con el medio ambiente y los recursos naturales, en este sentido, los municipios de la cuenca del río Negro se encuentran hoy en ejecución de sus planes de ordenamiento territorial en fase de mediano plazo, con excepción del municipio de Rionegro que se

encuentra en ejecución de largo plazo, sin embargo, todos ellos adelantaron el proceso de revisión de largo plazo el cual fue concertado con la CAR como lo ordena la norma, en resumen, todos se encuentran vigentes y adoptados por los respectivos concejos municipales. La tabla 18 describe el estado del instrumento en cada uno de los municipios que conforman a cuenca.

Tabla 18

Estado de los POT de los municipios de la cuenca del río Negro

MUNICIPIO	Tipo de revisión o modificación	Estado del proceso	Inicio vigencia	VIGENCIA
Rionegro	Largo plazo - Modificación excepcional de normas urbanísticas 2018	Concertado	25/01/2018	En ejecución Largo Plazo
La Ceja del Tambo	Largo plazo - Modificación excepcional de normas urbanísticas 2022	Concertado - En proceso de adopción	1/09/2023	En ejecución Mediano Plazo
El Retiro	Largo plazo	Concertado	7/12/2013	En ejecución Mediano Plazo
El Santuario	Largo plazo	Concertado	29/01/2022	En ejecución Corto Plazo
Guarne	Modificación excepcional de normas urbanísticas	Concertado	18/10/2022	En ejecución Mediano Plazo
El Carmen de Viboral	Largo plazo	Concertado	17/10/2017	En ejecución Mediano Plazo
San Vicente Ferrer	Largo plazo - Modificación excepcional de normas urbanísticas 2023	Concertado En proceso de adopción	15/06/2017	En ejecución Mediano Plazo
La Unión	Largo plazo	Concertado	6/09/2018	En ejecución Mediano Plazo
Marinilla	Largo plazo	Concertado	30/07/2022	En ejecución Corto Plazo
El Peñol	Largo plazo	Concertado	10/12/2019	En ejecución Mediano Plazo

Nota. Datos tomados de las bases de datos de Cornare. Trazabilidad grupo de Ordenamiento Territorial 2024

La MEGA: Es una meta empresarial grande y ambiciosa (MEGA) focalizada en una ventaja competitiva única y centrada en la innovación, que cuenta con una estrategia clara y permite a las empresas o instituciones un crecimiento rentable y sostenido en el tiempo. (Programa generación MEGA Cámara de Comercio de Medellín). Cornare estableció su MEGA para los años 2024 – 2035, la cual fue elevada a política corporativa a través del acuerdo del concejo directivo No 440 de agosto 25 del 2023, para su cumplimiento deberá ser incorporada en los programas y proyectos de los planes de acción en próximos tres periodos de gobierno corporativo. MEGA CORNRAE, “Administraremos eficientemente

los recursos naturales en nuestra jurisdicción de manera innovadora, articulada y participativa, para que en el 2035 todas nuestras fuentes hídricas tengan un oxígeno disuelto superior a 5 mg/lit; se conserven 148.000 ha dentro de las Áreas Protegidas y logremos restaurar 100.000 nuevas hectáreas, y además, tengamos un aire limpio, respirable, con un PM2.5 inferior a 15 ug/m³, como factores determinantes para la vida y la sostenibilidad del territorio”(Acuerdo No 440, del 2023 [Consejo Directivo] "Por medio del cual se establece la MEGA CORNARE 2024 – 2035", 2023). Así las cosas, en lo que corresponde a la verificación de cumplimiento de la meta de saneamiento básico, esta se puede verificar en el seguimiento al PORH y los objetivos de calidad, en las fuentes o tramos de ellas año a año.

4.1.2.4 Acciones de la autoridad ambiental. Permisos de vertimientos para aguas residuales: Entre las acciones de autoridad ambiental la corporación a expedido en la cuenca del río Negro 1141 permisos de vertimientos al suelo o a fuentes superficiales, tanto a los entes territoriales, como a las empresas prestadoras de servicios públicos y particulares, para diversos usos, se destaca que en su mayoría corresponden a vertimientos de aguas residuales domésticas.

Control y seguimiento de los permisos de vertimientos para aguas residuales.

La CAR realiza el control y seguimiento a todos los permisos otorgados en la región en cumplimiento de su plan control establecido para el periodo, para este fin, se requiere a los usuarios con permiso y/o incluidos en el programa de tasas retributivas, una caracterización anual de sus vertimientos, con el objeto principal de verificar el cumplimiento de lo establecido en el decreto 1076 de 2015 y la resolución 0631 de 2015, así mismo, evaluar la meta de carga contaminante establecida en el marco del programa de tasa retributiva (Decreto 2767 de 2012), de acuerdo a las bases de datos de la corporación, en el periodo fueron realizadas 7742 acciones de control y seguimiento a los permisos otorgados en el periodo, así como a los vigentes de años anteriores.

Quejas atendidas por vertimientos. En el periodo de análisis, fueron reportadas y atendidas en la cuenca 1.947 quejas ambientales por contaminación de fuentes superficiales o al suelo, debido al vertimiento de aguas residuales sin tratamiento; se debe resaltar, que su atención requiere de la destinación de recursos técnicos y logísticos, que representan costos considerables para la organización.

Acciones de control y seguimiento al estado de la PTAR. La CAR realiza de manera anual la verificación de cumplimiento a lo establecido en el decreto 1076 de 2015 y la resolución 0631 de 2015, en cada una de las PTAR de la región, así mismo, evalúa la meta de carga contaminante establecida en el marco del programa de tasa retributiva según decreto 2767 de 2012 y acuerdo del consejo directivo de Cornare No 430 de octubre 28 del 2022, que determina la meta global de Carga contaminante periodo 2022 al 2026, así las cosas, en los controles realizados al 2023 a las PTAR de las cabeceras urbanas de la cuenca, se evidencia que solo la PTAR del municipio del Retiro, cumple con los requerimientos normativos, situación que se relaciona en la tabla 19.

Procesos sancionatorios por vertimientos directos al suelo o a fuentes superficiales. Como resultado de la atención de quejas por vertimientos directos sin tratamiento, así como los resultados del control y seguimiento a los permisos otorgados, se puede evidenciar en el proceso, alguna afectación de tipo ambiental debido al incumplimiento normativo ya sea por actividades sin permiso previo o por no ceñirse a lo dispuesto en los permisos otorgados, lo que lleva entonces a iniciar procesos sancionatorios ambientales acorde a la ley 1333 del año 2009, que establece el proceso sancionatorio ambiental; en consecuencia entre los años 2016 al 2023 se iniciaron 434 procesos sancionatorios, con mayor énfasis en los municipios de Rionegro, Guarne y Marinilla.

Tabla 19*Cumplimiento normativo PTAR urbanas en la cuenca del río Negro, año 2023*

EMPRESA - MUNICIPIO	Fecha de inicio del Permiso	Fecha que finaliza el Permiso	Fecha de renovación, acuerdo 1076/2015	Cumplimiento resolución 631/2015		
				Clasificación según artículo 8	SI	NO
E.S.P La Cimarronas, Carmen de Viboral	23/11/2018	26/11/2028	2027	> 625kg/día y ≤ 3000kg/día		X (DBO, DQO, SST)
EPM El Retiro	07/05/2014	7/05/2024	VENCIDO, se atenderá como nuevo	> 625kg/día y ≤ 3000kg/día	X	
AQUATERRA E.S.P. – Municipio de Guarne.	9/12/2013	9/12/2023	VENCIDO, solicito modificación de PSMV	> 625kg/día y ≤ 3000kg/día		X (DBO, DQO)
EMPRESAS PUBLICAS DE LA CEJA E.S.P.	12/08/2017	14/08/2027	2026	> 3000kg/día		X (DBO, DQO, Grasas y aceites)
E.S.P LA UNION	7/07/2017	11/07/2027	2026	> 625kg/día y ≤ 3000kg/día		X (DBO, DQO, Grasas y aceites)
EMPRESA DE E.S.P SAN JOSE DE LA MARINILLA ESPA.	26/06/2015	30/06/2025	Junio 2024	> 625kg/día y ≤ 3000kg/día		X (DBO, DQO, SST)
E.S.P AGUAS Y ASEO DE EL PEÑOL	18/07/2017	14/08/2027	2026	> 625kg/día y ≤ 3000kg/día		X (DBO, DQO, SST)
SAN VICENTE FERRER (secretaria de servicios Públicos)	22/12/2017	4/01/2028	2027	≤ 625kg/día		X (DQO)
E.S.P MUNICIPIO DE EL SANTUARIO	6/03/2014	31/03/2024	VENCIDO se atenderá como nuevo	> 625kg/día y ≤ 3000kg/día		X (DBO, DQO, SST)
EPM. MUNICIPIO DE RIOENGRO Zona Urbana	NA	NA	PSMV vigente	> 3000kg/día		X (DBO, DQO, SST, Grasas y aceites)

Nota. Datos tomados de las bases de datos Cornare grupo de recurso hídrico 2024.

Inversiones en saneamiento en la Cuenca. Entre los años 2016 y 2023, la Corporación cofinanció proyectos en los municipios de la cuenca por valor de \$ **127.006.708.053**, en obras o actividades orientadas al saneamiento básico como: Estudios, diseños, construcción de colectores, optimización o construcción de PTAR en las cabeceras y centros poblados de los municipios, según bases de datos del banco de proyectos de Cornare. De ahí que, las acciones programáticas de la Cornare, consideran la inversión en el tratamiento de las aguas residuales como uno de los programas más relevantes tenidos en cuenta en todos los planes de acción, en consideración a que es un indicador de calidad de vida de la región, que, además, contribuye al cumplimiento del ODS 6. Por tal razón, la tabla 20 contiene las inversiones realizadas para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos municipales de la cuenca; se destaca la mayor inversión en los municipios de la Ceja, Rionegro y el Carmen de Viboral.

Tabla 20

Inversión en el tratamiento de las aguas residuales en los municipios de la cuenca del río Negro 2016-2023

INVERSION EN INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO POR MUNICIPIO PERIODO 2016-2023	
Municipio	Inversión
El Peñol	9.292.601.697
EL CARMEN DE VIBORAL	12.864.963.777
EL SANTUARIO	2.703.629.213
GUARNE	4.220.802.192
LA CEJA	23.582.034.749
RIONEGRO	18.456.266.747
MARINILLA	4.819.354.270
SAN VICENTE	5.790.417.002
LA UNION	9.850.529.781
EL RETIRO	467.093.242
REGION	34.959.015.383
TOTAL, PERIODO	127.006.708.053

Nota. Datos tomados de las *bases de datos de Cornare*, banco de proyectos

Gobernanza en el tratamiento de las aguas residuales. El Art 365 de la constitución nacional determina que los servicios públicos son inherentes a la finalidad

social del Estado y es su deber asegurar la prestación eficiente a todos los habitantes del territorio, de igual manera, la Ley 142 de 1994 establece que los municipios tienen la obligación de garantizar la prestación de los servicios públicos domiciliarios a todos sus habitantes, incluyendo la búsqueda de soluciones para asegurar el acceso de las personas que habitan inmuebles ubicados en asentamientos subnormales o no legalizados; en este sentido, el ente territorial, puede garantizar esta prestación de manera directa o, a través de operadores públicos, privados o mixtos (Superservicios, 2021). Por lo tanto, el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición de la aguas residuales generadas en la cuenca del río Negro, es prestado de manera directa por las administraciones municipales en 22 PTAR, de manera particular en el sector rural o centros poblados, donde no se tiene claro una estructura tarifaria para la sostenibilidad financiera, en contraste con 15 PTAR en las zonas urbanas que son operadas por Empresas de Servicios Públicos domiciliarios (ESP), entes descentralizados de los municipios, cuatro (4) plantas son operadas por asociaciones de usuarios o grupos organizados y dos son administradas por las Empresa públicas de Medellín, esta distribución se describe en detalle en la tabla 21.

Tabla 21*Gobernanza de las PTAR de la Cuenca del río Negro*

NOMBRE PTAR	MUNICIPIO	ZONA	PRESTADOR U OPERADOR	ESTADO 2023
Principal	Rionegro	Urbana	Empresas Públicas de Medellín	En proceso de optimización
Barro Blanco	Rionegro	Rural	Municipio	En operación
Chachafruto	Rionegro	Rural	Asociación de usuarios, acueducto rural Sajonia Alto de Vallejo "ARSA E.S.P."	En operación
Cimarronas	Rionegro	Rural	Municipio	En operación
Los Peñoles	Rionegro	Rural	Municipio	En proceso de optimización
Galicia parte baja	Rionegro	Rural	Municipio	En proceso de optimización
Galicia parte Alta	Rionegro	Rural	Municipio	En proceso de optimización
Callejón de los Hurtado	Rionegro	Urbana	Municipio	En operación
Cabeceras Alto bonito	Rionegro	Rural	Municipio	Fuera de operación
Alto de los Gómez	Rionegro	Rural	Municipio	En operación

NOMBRE PTAR	MUNICIPIO	ZONA	PRESTADOR U OPERADOR	ESTADO 2023
La Playa	Rionegro	Rural	Municipio	En proceso de optimización
Sajonia Playa Rica	Rionegro	Rural	Asociación de usuarios, acueducto rural Sajonia Alto de Vallejo "ARSA E.S.P."	En operación
El Rosal	Rionegro	Rural	Municipio	En operación
Conejera Chamizal	Rionegro	Rural	Municipio	En proceso de optimización
Jardines de Cimarronas	Rionegro	Urbana	Municipio	En operación
Principal	El Carmen de Viboral	Urbana	E.S.P LA Cimarrona	En operación
Campo Alegre	El Carmen de Viboral	Urbana	E.S.P LA Cimarrona	En operación
Zacatín	El Carmen de Viboral	Rural	E.S.P LA Cimarrona	En operación
Aguas Claras	El Carmen de Viboral	Rural	Municipio	En operación
Principal	Marinilla	Urbana	Empresa de Servicios Públicos de Aseo San José de la Marinilla (ESPA)	En operación
Corbelen	Marinilla	Rural	Corporación de servicios públicos de Belén Marinilla - CORBELEN	En operación
Principal	Guarne	Urbana	AQUATERRA E.S.P.	En operación
San Ignacio	Guarne	Rural	Municipio	En operación
Pénjamo	Guarne	Rural	Municipio	En estabilización
Principal	La Unión	Urbana	E.S.P. Municipio de La Unión	En proceso de optimización
Sagrado Corazón	La Unión	Urbana	E.S.P. Municipio de La Unión	En operación
Principal	La Ceja	Urbana	Empresas Públicas de la Ceja E.S.P	En operación
Vueltecitas	La Ceja	Rural	Municipio	En operación
San José	La Ceja	Rural	Asociación de usuarios del acueducto y alcantarillado Cestillal la Palma	En operación
Principal	El Retiro	Urbana	Empresas Públicas de Medellín	En operación
Salados Norte	El Retiro	Rural	Aguas de Oriente E.S.P	En operación
Villa Elena 1	El Retiro	Urbana	Aguas de Oriente E.S.P	En operación

NOMBRE PTAR	MUNICIPIO	ZONA	PRESTADOR U OPERADOR	ESTADO 2023
Villa Elena 2	El Retiro	Urbana	Aguas de Oriente E.S.P	En operación
Tolda	El Retiro	Rural	Municipio	En operación
La Palencia	El Retiro	Rural	Municipio	En operación
Campanita	El Retiro	Rural	Municipio	En operación
Principal	El Santuario	Urbana	E.S.P Municipio del Santuario	En operación
Principal	San Vicente	Urbana	Municipio	En operación
San José	San Vicente	Rural	Municipio	En operación
Corrientes	San Vicente	Rural	Municipio	En operación
Principal	El Peñol	Urbana	Aguas y Aseo del Peñol E.S.P	En operación
FLORITO	El Peñol	Urbana	Aguas y Aseo del Peñol E.S.P	En operación

Nota. Datos tomados de las bases de datos grupo de recurso hídrico, Cornare 2024

A continuación, se hará un análisis detallado del resultado de las acciones del estado identificadas en la presente revisión documental, con el propósito de compararlas entre ellas para determinar su eficacia e impacto sobre el medio ambiente.

4.2 Análisis

En acápite anterior, se realizó la investigación a profundidad de la información disponible relacionada con el tratamiento de las aguas residuales en el país, pero haciendo énfasis especial en la cuenca del río Negro, en el oriente de Antioquia, en general gestionada y dispuesta por Cornare en los municipios de su jurisdicción, desde normativa en todos los niveles de decisión, pasando por los instrumentos de planificación, las acciones de autoridad ambiental y las inversiones realizadas en la cuenca.

A continuación, se desarrollarán en detalle las acciones realizadas por el estado para el tratamiento de las aguas residuales en la cuenca del río Negro, donde se recopilieron 45 documentos normativos relacionados con las acciones del estado en el tratamiento de las aguas residuales, 35 de ellos del orden Nacional en todos los niveles

del nivel legislativo desde la constitución política de Colombia, una ordenanza de la asamblea departamental Antioquia, nueve acuerdos y resoluciones emitidas por Cornare; estas últimas, instrumentan en la jurisdicción, lo ordenado en las demás normas de mayor jerarquía, específicamente en lo relacionado con el tratamiento de las aguas residuales en la cuenca, de esta manera, fueron condensados los acuerdos y resoluciones que acogen instrumentos como: el POMCA del río Negro, el PORH en la jurisdicción de Cornare y el establecimiento de las metas de carga contaminante en la región, así mismo, se destacan la resolución 631 del 2015 y el decreto 1076 del 2015, emitidos por el MADS.

Todas ellas, orientadas a la planificación del territorio, el establecimiento de categorías de usos del suelo para propiciar una ocupación ordenada y sostenible de la cuenca, regular el aprovechamiento de los recursos naturales, de manera particular el recurso hídrico estableciendo metas para mejorar los ICA y disminuir la carga contaminante en la fuente principal, en el horizonte de planificación. Así las cosas, los instrumentos de planificación regional, definidos por acuerdos y resoluciones corporativas, son los medios que permiten la implementación o adecuación de las políticas nacionales a la realidad del territorio local, para el análisis en la cuenca del río Negro se hará énfasis en los instrumentos acogidos por la corporación que se relacionan en la tabla 22.

Tabla 22

Normatividad relacionada con el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Negro

FUENTE EMISOR	JERARQUÍA	ASUNTO ESPECIFICO RELACIONADO
Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Resolución 631 del 2015	Establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.
Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible	Decreto 1076 del 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, recoge y compila varias normativas y resoluciones preexistentes, incluyendo la Resolución 631 de 2015 y los que la modifican.
Cornare - Corantioquia	Resolución 112-7296-2017	Aprueba el Plan de Ordenación y Manejo de La Cuenca Hidrográfica del Río Negro.
Consejo directivo de CORNARE	Acuerdo No 282, octubre 25 del 2012. Determina la línea base y meta global de Carga contaminante periodo 2011 al 2016	Agrupar los usuarios por cuencas y tramos de cuenca. Establece la carga de línea base, la carga proyectada al 2016 y meta de reducción de contaminación hídrica en la jurisdicción de Cornare, para el quinquenio 2011-2016.

FUENTE EMISOR	JERARQUÍA	ASUNTO ESPECIFICO RELACIONADO
Consejo directivo de CORNARE	Acuerdo No 430, octubre 28 del 2022. Determina la meta global de Carga contaminante periodo 2022 al 2026	Agrupar los usuarios por cuencas y tramos de cuenca definidas en los POMCA, el PORH, entre otros instrumentos de planificación, para efectos de la verificación del cumplimiento de las metas de carga contaminante y el cobro de la tasa retributiva. Establece la carga de línea base y meta de carga contaminante en cada cuenca y/o tramo de cuenca en términos de DBO5 y SST, para el quinquenio 2022 - 2026.
Consejo directivo de CORNARE	Acuerdo No 365, julio 17 del 2017. Determina la meta global de Carga contaminante periodo 2017 al 2021	Agrupar los usuarios por cuencas y tramos de cuenca definidas en los POMCA, y el PORH, entre otros instrumentos de planificación, para efectos de la verificación del cumplimiento de las metas de carga contaminante y el cobro de la tasa retributiva. Establece la carga de línea base y meta de carga contaminante en cada cuenca y/o tramo de cuenca en términos de DBO5 y SST, para el quinquenio 2017 - 2021.
Cornare	Resolución 112-4795-2018	Establece el régimen de usos al interior de la zonificación ambiental del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Negro en la jurisdicción de Cornare
Cornare	Resolución RE-04227-2022	Modifica el régimen de usos al interior de la zonificación ambiental del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Negro en la jurisdicción de CORNARE
Cornare	Resolución Corporativa 112-5304 del 2016. Adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH	Adopta el PORH y los objetivos de calidad de las fuentes receptoras de vertimientos de los 26 Municipios de la Jurisdicción de CORNARE, para el periodo 2016-2026.

Nota. Datos tomados de las bases de datos grupo de recurso hídrico, Cornare 2024

La aplicación normativa en las acciones de la autoridad ambiental para el presente análisis, se ve reflejada en los permisos de vertimientos de aguas residuales al suelo o a fuentes superficiales otorgados por la corporación, en los controles anuales correspondientes y la atención de quejas relacionadas con vertimientos de inadecuados. Por lo tanto, en este estudio se evalúan los datos y series históricas disponibles en las bases de datos de Cornare, correspondientes a los últimos dos periodos de gobierno regional comprendido entre los años 2016 y 2023, que se detallan a continuación:

Permisos de vertimiento. En el periodo 2016-2023 se otorgaron 1141 permisos de vertimientos de aguas residuales en la cuenca del río Negro, la tabla 24 muestra la distribución por municipios; cómo se puede observar en Rionegro, Guarne y el Retiro es donde más permisos se expidieron dado los requerimientos del crecimiento urbanístico y comercial de la región.

Tabla 23

Permisos de vertimientos otorgados en la cuenca del río Negro periodo 2016-2023

Municipios	PERMISOS DE VERTIMIENTOS OTORGADOS										TOTAL
	2016	2017	2018	2019	Total Periodo	2020	2021	2022	2023	Total Periodo	
Guarne	30	28	25	36	119	23	31	8	58	120	239
San Vicente	5	5	3	7	20	3	4	3	7	17	37
Marinilla	6	6	7	10	29	5	3	3	8	19	48
El Santuario	4	3	2	8	17	6	1	2	7	16	33
Rionegro	48	43	47	69	207	49	51	9	67	176	383
El Carmen	10	6	20	10	46	10	8	2	17	37	83
La Ceja	14	20	17	17	68	8	15	3	15	41	109
La Unión	4	4	7	3	18	6	3	3	2	14	32
El Retiro	16	20	16	10	62	13	30	1	24	68	130
Peñol	3	1	2	4	10	5	8	1	23	37	47
Sub Total	140	136	146	174	596	128	154	35	228	545	1141

Nota. Datos tomados de las bases de datos de Cornare, grupo de recurso hídrico.

Control y seguimiento de los permisos de vertimientos para aguas residuales.

La tabla 25, detalla los controles realizados a los permisos otorgados en cada municipio, se destacan los municipios de Rionegro, Guarne y el Retiro, que corresponden al mayor número de permisos otorgados que son sujetos de control, seguidos de la Ceja, El Carmen y Marinilla.

Tabla 24

Acciones de Control y seguimiento a permisos en la Cuenca periodo 2016-2023

Municipios	Control y seguimiento a Permisos de vertimientos								
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
Guarne	145	153	156	164	170	283	289	299	1659
San Vicente	24	25	25	27	28	46	47	48	270
Marinilla	31	33	34	36	37	61	62	63	357
El Santuario	21	22	23	24	24	41	42	42	239
Rionegro	227	239	243	256	265	442	454	471	2597

Municipios	Control y seguimiento a Permisos de vertimientos								
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
El Carmen	48	50	51	24	56	93	95	98	515
La Ceja	67	71	72	76	79	131	133	138	767
La Unión	22	23	24	25	26	43	44	45	252
El Retiro	78	82	84	88	91	152	155	165	895
Peñol	17	17	18	19	19	32	33	36	191
TOTAL	680	715	730	739	795	1324	1354	1405	7742

Nota. Datos tomados de las *bases de datos de Cornare*, grupo de recurso hídrico.

Quejas atendidas por vertimientos. a continuación, se relacionan las quejas atendidas por municipio entre los años 2016 y 2023, como se puede observar en la tabla 26, los municipios de Rionegro, Guarne y el Retiro, representan la mayor afluencia de quejas por vertimientos, seguidos por el Carmen, Marinilla y la Ceja del Tambo debido al acelerado crecimiento urbanístico de la región, en muchos casos corresponden a aprovechamientos irregulares, sin control de los entes territoriales.

Tabla 25

Quejas atendidas por vertimientos al suelo o a fuentes hídricas en la cuenca en el periodo 2016-2023.

Municipios	Quejas atendidas por vertimientos 2016-2023								
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
Guarne	38	53	50	45	63	55	50	58	412
San Vicente	12	7	8	6	9	9	12	10	73
Marinilla	21	19	13	16	26	25	26	19	165
El Santuario	6	12	9	9	7	7	11	7	68
Rionegro	60	63	52	75	69	100	94	105	618
El Carmen	18	22	16	13	17	22	35	29	172
La Ceja	15	17	19	12	18	17	12	20	130
La Unión	7	11	8	9	11	11	7	8	72
El Retiro	25	18	11	22	25	21	26	33	181
Peñol	5	3	4	9	7	7	12	9	56
TOTAL	207	225	190	216	252	274	285	298	1.947

Nota. Datos tomados de las *bases de datos de Cornare*, autoridad ambiental, Subdirección de servicio al cliente.

Procesos sancionatorios por vertimientos directos al suelo o a fuentes superficiales. La tabla 27, muestra el número de sancionatorios iniciados por municipios relacionados con el incumplimiento normativo por vertimientos sin tratamiento, corresponden al incumplimiento de requerimientos realizados por la autoridad tanto en los permisos otorgados, como producto de la atención de quejas. Como puede evidenciarse, son los municipios de Rionegro, Guarne y Marinilla quienes más procesos tienen, debido también al número de permisos otorgados y al número de quejas reportadas en el periodo.

Tabla 26

Sancionatorios por vertimientos en la Cuenca periodo 2016-2023

Municipios	Procesos sancionatorios por vertimientos 2016-2023								
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
Guarne	8	14	13	5	17	15	6	3	81
San Vicente	0	0	4	2	1	1	1	2	11
Marinilla	1	15	6	8	3	5	3	8	49
El Santuario	4	2	3	2	4	6	2	1	24
Rionegro	21	33	11	6	10	10	14	22	127
El Carmen	9	2	6	2	7	3	1	3	33
La Ceja	6	6	10	1	4	1	4	6	38
La Unión	4	10	6	5	2	3	1	2	33
El Retiro	9	3	9	0	7	1	1	3	33
Peñol	0	0	0	0	2	1	2	0	5
TOTAL	62	85	68	31	57	46	35	50	434

Nota. Datos tomados de las *bases de datos de Cornare*, autoridad ambiental, Subdirección de servicio al cliente.

Seguimiento a las PTAR. De acuerdo al control realizado por la autoridad ambiental para verificar el cumplimiento normativo establecido en el decreto 1076 de 2015, la resolución 0631 de 2015, la meta global de carga contaminante según decreto 2767 de 2012 y el acuerdo del consejo directivo de Cornare No 430 de octubre 28 del 2022, se relaciona el estado de cumplimiento de las PTAR en la cuenca del río Negro a diciembre del 2023, considerando que en su interior existen cuarenta y cinco (45) PTAR, que vierten sus efluentes al suelo o al río Negro y a sus afluentes principales, 15 están ubicadas en

las zonas urbanas o cabeceras municipales, 30 se encuentra en la zona rural, que tratan las aguas de los centros poblados y corregimientos, 15 de ellas pertenecen al municipio de Rionegro, 42 de ellas se encuentran en operación, dos no operan y una lo hace de manera parcial. A continuación, en la tabla 27, se detalla el inventario de las PTAR de la cuenca, resaltando el cumplimiento normativo, así mismo, las figuras 18 y 19, esquematizan estos resultados.

Tabla 27

Cumplimiento normativo de las PTAR en la cuenca del río Negro

No	MUNICIPIO	Urbano/Rural	NOMBRE	ESTADO	PERMISO	Caudal diseño (L/s)	Caudal tratado	CUMPLE 631
1	Rionegro	Urbana	PRINCIPAL	EN OPERACIÓN	NO		102	NO
2	Rionegro	Rural	Barro Blanco	OPERA PARCIAL	NO		2,2	NO
3	Rionegro	Rural	Chachafruto	EN OPERACIÓN	SI	0,72	0,48	NO
4	Rionegro	Rural	Cimarronas	EN OPERACIÓN	SI	2,17	2,05	SI
5	Rionegro	Rural	Los Peñoles	EN OPERACIÓN	SI	3,36	2,26	SI
6	Rionegro	Rural	Galicia Parte Baja	NO OPERA	SI	3,74	1,3	NO
7	Rionegro	Rural	Galicia Parte Alta	EN OPERACIÓN	SI	2,91	0,7	NO
8	Rionegro	Rural	Callejón de Los Hurtado	EN OPERACIÓN	SI	0,2	0,22	NO
9	Rionegro	Rural	Cabeceras- Alto Bonito	EN OPERACIÓN	SI	2,7	0,57	NO
10	Rionegro	Rural	Alto de Los Gómez	EN OPERACIÓN	SI	0,31	0,19	NO
11	Rionegro	Rural	La Playa	EN OPERACIÓN	SI	9,33	1,5	NO
12	Rionegro	Rural	Sajonia Playa Rica	EN OPERACIÓN	SI	7,28	5,29	NO
13	Rionegro	Rural	El Rosal	EN OPERACIÓN	SI	0,11	0,07	NO
14	Rionegro	Rural	Conejera Chamizal	EN OPERACIÓN	SI	7,53	-	NR
15	Rionegro	Rural	Jardines de Cimarronas	EN OPERACIÓN	SI	1,93	653	NO
16	El Carmen	Urbana	PRINCIPAL	EN OPERACIÓN	SI	120	38,25	NO
17	El Carmen	Urbana	Los Ángeles	EN OPERACIÓN	SI	1,64	0,118	NO
18	El Carmen	Urbana	Betania	EN OPERACIÓN	SI	1,64	0,71	NO
19	El Carmen	Rural	Campo Alegre	EN OPERACIÓN	SI	0,6	0,047	NO
20	El Carmen	Urbana	Zacatín	EN OPERACIÓN	SI	1	1,932	NO

Análisis de la Articulación Normativa y las acciones del estado en el
Tratamiento de Aguas Residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia,
para medir el Impacto en la Sostenibilidad

No	MUNICIPIO	Urbano/Rural	NOMBRE	ESTADO	PERMISO	Caudal diseño (L/s)	Caudal tratado	CUMPLE 631
21	El Carmen	Rural	Aguas Claras	EN OPERACIÓN	SI	1	0.69	NR
22	Marinilla	Urbana	PRINCIPAL	EN OPERACIÓN	SI	120	39,17	NO
23	Marinilla	Rural	CORBELEN	EN OPERACIÓN	SI	0,205	0,205	NO
24	Guarne	Urbana	PRINCIPAL	EN OPERACIÓN	NO	49,2	28,008	NO
25	Guarne	Rural	San Ignacio	EN OPERACIÓN	SI	0,98	0,32	NO
26	Guarne	Rural	Pénjamo	EN OPERACIÓN	SI	0.14	-	NR
27	La Unión	Urbana	PRINCIPAL	EN OPERACIÓN	SI	38	41,886	NO
28	La Unión	Urbana	Sagrado Corazón	EN OPERACIÓN	SI	1,92	0,429	NO
29	La Ceja	Urbana	PRINCIPAL	EN OPERACIÓN	SI	120	161,01	NO
30	La Ceja	Rural	San José	EN OPERACIÓN	SI	0,1	-	NO
31	La Ceja	Rural	Vueltecitas	EN OPERACIÓN	SI	0,7	0,7	NR
32	El Retiro	Urbana	PRINCIPAL	EN OPERACIÓN	SI	60	20,75	SI
33	El Retiro	Rural	Salados Norte	EN OPERACIÓN	SI	1,15	1	NO
34	El Retiro	Rural	Villa Elena 1	EN OPERACIÓN	SI	0,54	0,72	SI
35	El Retiro	Rural	Villa Elena 2	EN OPERACIÓN	SI	1	0,006	NO
36	El Retiro	Rural	Salados Centro(sur)	NO OPERA	NO		-	NR
37	El Retiro	Rural	Tolda	EN OPERACIÓN	SI	0.35	-	NO
38	El Retiro	Rural	Campanita	EN OPERACIÓN	SI	0.52	-	NR
39	El Retiro	Rural	La Palencia	EN OPERACIÓN	SI	0,9	-	NO
40	El Santuario	Urbana	PRINCIPAL	EN OPERACIÓN	SI	100	47,63	NO
41	San Vicente	Urbana	PRINCIPAL	EN OPERACIÓN	SI	16.6	-	NO
42	San Vicente	Rural	San José	EN OPERACIÓN	NO		-	NR
43	San Vicente	Rural	Corrientes	EN OPERACIÓN	NO		-	NR
44	El Peñol	Urbana	PRINCIPAL	EN OPERACIÓN	SI	40	13,71	NO
45	El Peñol	Urbana	Florito	EN OPERACIÓN	SI	0,98	0,29	SI

Nota. Datos tomados de las bases de datos de Cornare, autoridad ambiental, Subdirección de servicio al cliente

Figura 18

Distribución de las PTAR en la cuenca del rio Negro

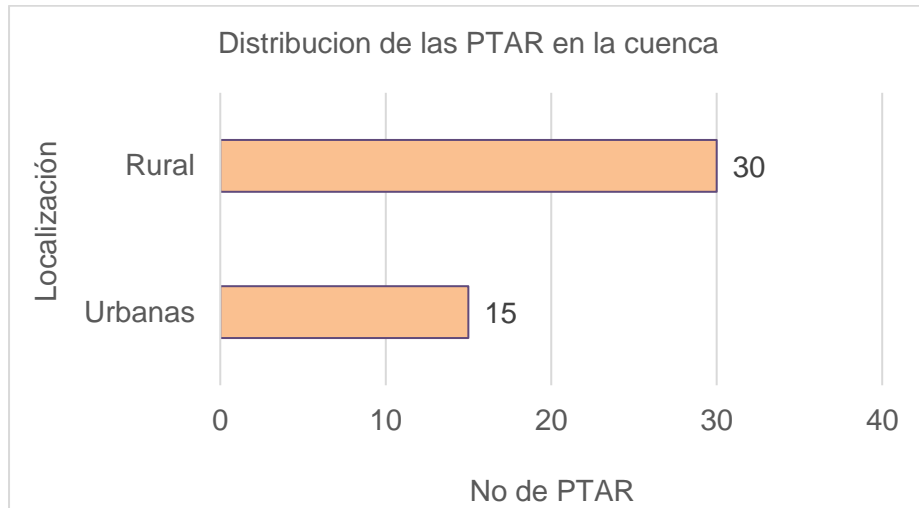
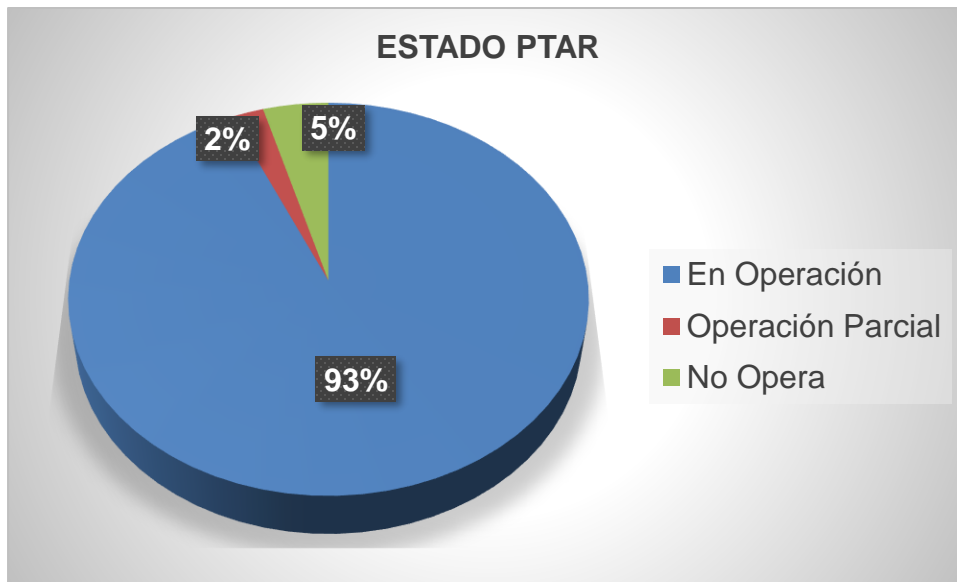


Figura 19

Estado de Operación de las PTAR



Del análisis de la información descrita en la tabla 28, se observa el incumplimiento normativo en el 71% de las PTAR de la cuenca, de las cuales, solo cinco cumplen con los límites máximos permitidos de carga contaminante determinados en la resolución No 631 del 2015, emitida por el MADS como se muestra en la figura No 20 dado que en la mayoría

de los casos, las tecnologías usadas corresponden a tratamientos primarios muy básicos poco robustos, que no responden a las realidades de las poblaciones atendidas, así mismo, en un gran número se ha superado la capacidad de tratamiento del sistema, al ingresar más agua de la que puede tratar según su diseño teórico, esto debido al crecimiento poblacional que requiere ampliación de los perímetros urbanos y conexión a un sistema insuficiente, aunado a esto, las empresas prestadoras de servicios públicos en general, no disponen de la suficiente capacidad logística para operar de manera adecuada los sistemas, sumado a lo anterior, el 87% de ellas cuenta con permiso de vertimientos vigente otorgado por la corporación ambiental, el 13% restante no lo ha tramitado o lo tiene vencido, como se puede visualizar en la figura 21

Figura 20

Cumplimiento resolución No 631 del 2015

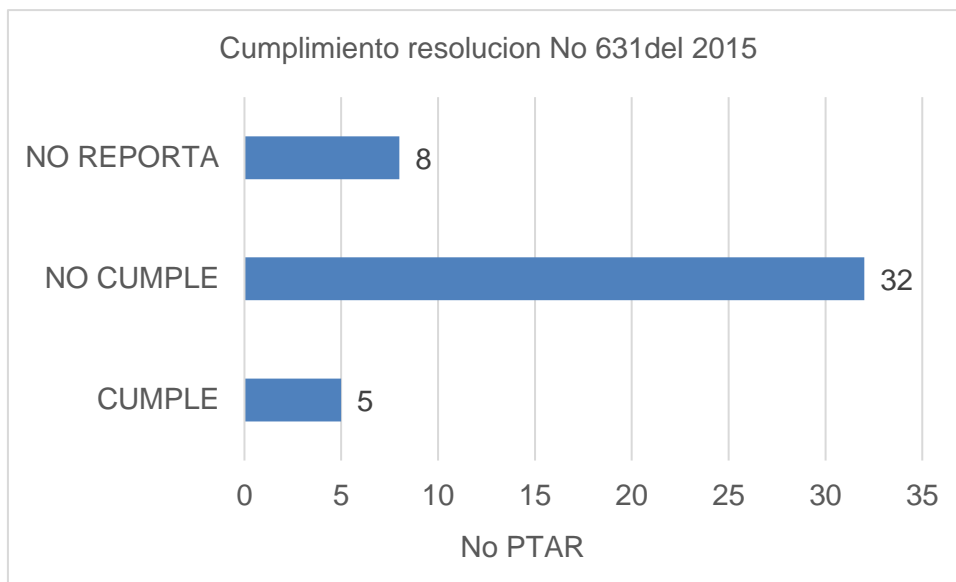
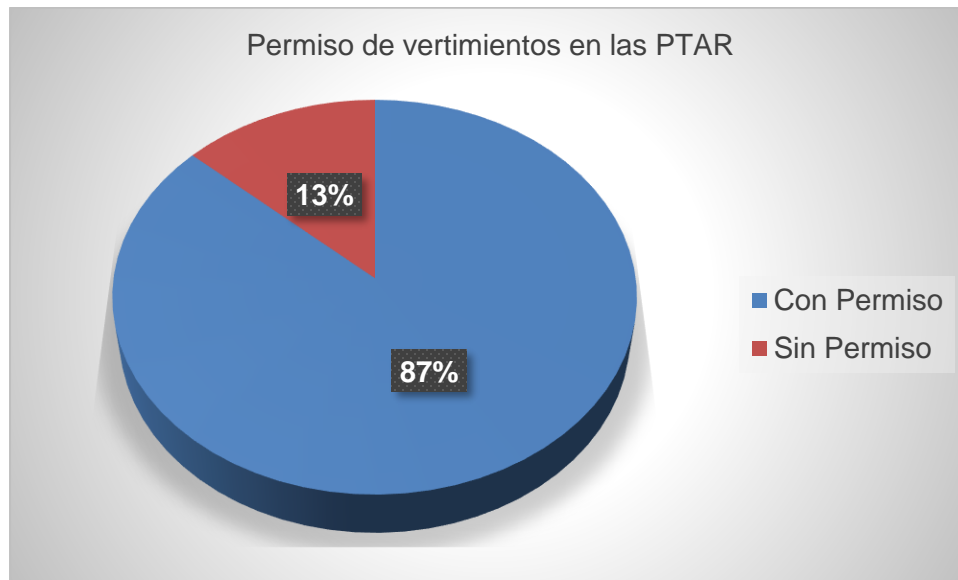


Figura 21

Legalidad de los permisos ambientales



Procesos sancionatorios relacionados con el seguimiento a los PSMV y permisos de vertimientos en la cuenca. De los 10 municipios que la conforman, siete finalizaron su PSMV, tres se encuentran en actualización, Guarne, Marinilla y Rionegro, como se dijo en el acápite anterior, aquellos municipios que finalizaron su PSMV, tienen permiso de vertimientos para la operación de sus PTAR, por lo tanto, la tabla 29 relaciona los procesos sancionatorios iniciados por incumplimiento del PSMV o requisitos del permiso de vertimientos.

Tabla 28

Procesos sancionatorios, relacionados con el cumplimiento del PSMV y los permisos de vertimientos en los municipios de la Cuenca del río Negro.

MUNICIPIO	DENOMINACION PTAR	OBJETO DE SANCION	ESTADO
Rionegro	PTAR BARRO BLANCO	Vertimiento sin tratamiento, no tiene permiso de vertimiento	SANCIONADO -
Rionegro	PTAR CIMARRONAS	No cumplimiento normativo	SANCIONADO -
Rionegro	PTAR PEÑALES	No cumplimiento normativo	SANCIONADO -
Rionegro	PTAR CALLEJON DE LOS HURTADOS	No cumplimiento normativo	PROBATORIO
Rionegro	PTAR CONEJERA CHAMIZAL	No cumplimiento normativo	INICIO
Rionegro	PTAR ALTO DE LOS GOMEZ	No cumplimiento normativo	PROBATORIO
Guarne	PTAR SAN IGNACIO	No cumplimiento normativo	INICIO
Guarne	PTAR PENJAMO	No cumplimiento normativo	CESACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Nota. Datos tomados de las bases de datos, trazabilidad de control y seguimiento grupo de recurso hídrico Cornare, abril 2024.

Se puede observar que en la cuenca del río Negro con cierre al mes de diciembre del 2023 habían ocho PTAR en proceso sancionatorio por incumplimiento normativo en sus permisos de vertimientos, seis de ellos corresponden a centros poblados urbanos del municipio de Rionegro y dos a centros rurales del municipio de Guarne, se debe mencionar además, que en el control y seguimiento realizado por la autoridad ambiental se evidencia en los informes de caracterización que la mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las zonas urbanas y centros poblados de la jurisdicción no cumple con la exigencia normativa, lo que puede atribuirse a deficiencias en la operación de los sistemas de tratamiento, al aumento de la población, a nuevos desarrollos turísticos y actividades económicas entre otras, que requieren de la ampliación de los perímetros sanitarios y optimización de las PTAR con las inversiones económicas pertinentes.

Para finalizar, en la tabla 29 y en la figura 22 se realiza el consolidado de las acciones de autoridad ambiental en la cuenca, que permitirá determinar el impacto del tratamiento de las aguas residuales en la sostenibilidad.

Tabla 29

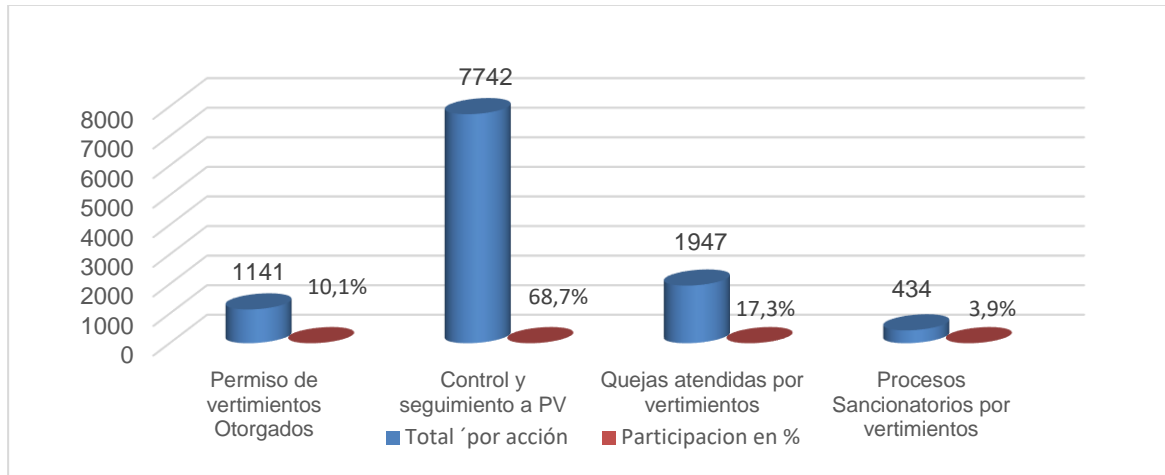
Consolidado de acciones de autoridad ambiental en la cuenca del río Negro, periodo 2016-2019.

ACCION DE AUTORIDAD	Número de acciones de autoridad ambiental por año								
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
Permiso de vertimientos Otorgados	140	136	146	174	128	154	35	228	1141
Control y seguimiento a PV	680	715	730	739	795	1324	1354	1405	7742
Quejas atendidas por vertimientos	207	225	190	216	252	274	285	298	1947
Procesos Sancionatorios por vertimientos	62	85	68	31	57	46	35	50	434
TOTAL	1089	1161	1134	1160	1232	1798	1709	1981	11264

Nota. La tabla consolida todas las acciones realizadas por la autoridad ambiental en el periodo, relacionadas con el tratamiento de las aguas residuales en la cuenca.

Figura 22

Acciones de Autoridad ambiental 2016-2023 en la cuenca del río Negro



4.2.1 Instrumentos de planificación

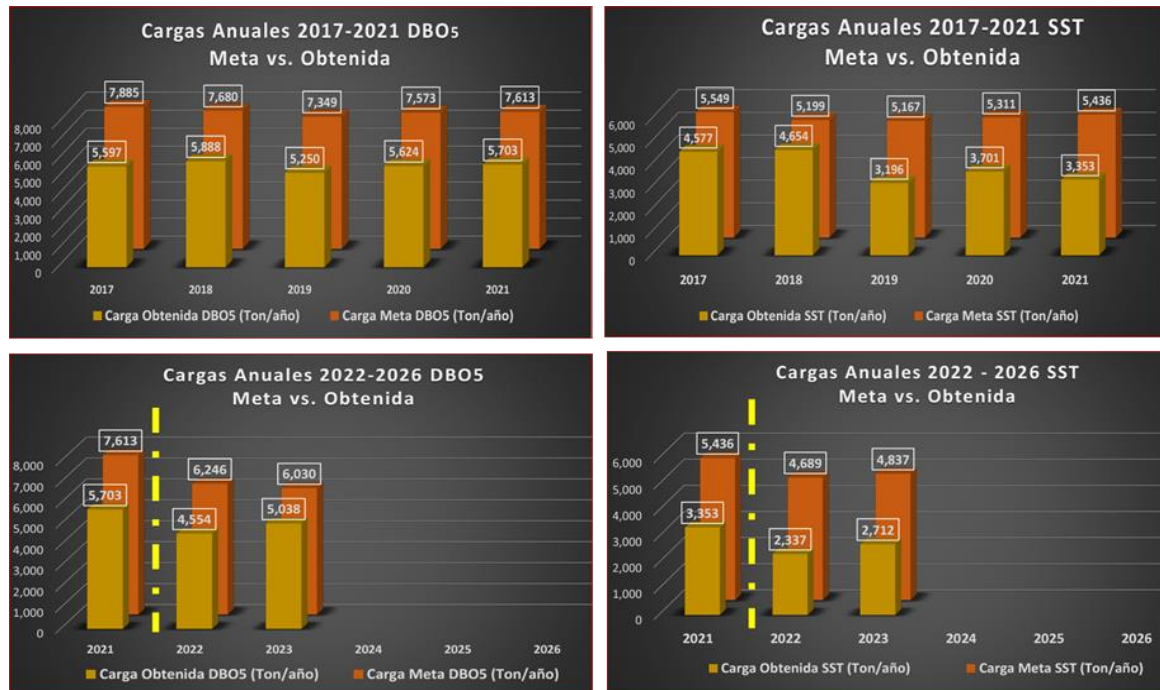
La PNGIR, definió en el plan hídrico nacional con vigencia 2012 -2022, en uno de sus objetivos reducir la contaminación por aportes puntuales y difusos de aguas residuales en las fuentes superficiales, disminuyendo la contaminación por carga orgánica, en consecuencia, el ENA reportó en el año 2020 una remoción del 48% en DBO y del 52% en SST en 354 PTAR en todo el país (Estudio Nacional del agua 2022, IDEAN), en

comparación con la carga tratada en la cuenca del río Negro en el mismo año, en 45 PTAR donde se removieron el 74.3% de DBO y el 72.6 % de SST (Informe de seguimiento anual 2020 al seguimiento de la meta global, Cornare 2021)

Seguimiento al PORH. De los informes de seguimiento anual del periodo 2016-2023 al cumplimiento global de la carga contaminante para los usuarios sujetos a tasas retributivas por descargas puntuales en cuerpos de agua de la jurisdicción de Cornare, se extrae que los vertimientos de DBO₅ y SST fueron inferiores a los establecidos en las metas anuales, generándose reducciones adicionales a las esperadas, como se muestra en la figura 23 reducción de carga contaminante en la jurisdicción de Cornare 2017- 2023, donde se destaca que la cuenca del río Negro aporta la mayor carga de toda la región tanto en DBO como en SST, con una participación promedio del 70,4% y 66,3% respectivamente, tablas 27 y 28, siendo el municipio de Rionegro el mayor aportante, representando 33,6 % de DBO y el 31,3% en SST (Cornare Grupo de RH, 2022, 2024)

Figura 23

Reducción de carga contaminante en la jurisdicción de Cornare 2017- 2023



Nota. Tomado de los informes de seguimiento anual 2022 y 2024 al cumplimiento de la

meta global de carga contaminante para los usuarios sujetos de pago de tasa retributiva por vertimientos puntuales en los cuerpos de agua de la jurisdicción de Cornare.(Cornare Grupo de RH, 2022, 2024)

Ahora bien, realizando el análisis correspondiente en la cuenca del río Negro, para verificar el cumplimiento de las metas de reducción de carga contaminantes establecidas en los acuerdos del consejo directivo de Cornare No 365 de julio 17 del 2017 y No 430 de octubre 28 del 2022, se tiene de los informes de seguimiento anual, que la meta de cada año fue cumplida con amplio margen, en promedio del periodo de 129,4 % para DBO₅ y 130,6 % en SST, evidenciando resultados de vertimiento inferiores a los esperados, obteniéndose reducciones importantes adicionales a las establecidas, tanto para DBO₅, como para SST, mejorando las condiciones de los efluentes, como se puede observar en las tablas 30 y 31 Reducción adicional a la meta de Carga contaminante DBO₅ y SST respectivamente en el periodo 2017-2023. De igual manera, las figuras 24 y 25, comparan la carga vertida de DBO₅ y SST con la meta establecida para cada año, evidenciando en todos los años de la muestra, una mayor carga tratada en el mismo periodo.

Tabla 30

Reducción adicional a la meta de Carga contaminante DBO₅ periodo 2017-2023

Año	Meta Año	Carga Vertida en el año	Mayor carga tratada ton/año	% Cumplimiento meta	% Participación del total región
2017	5.721,5	3.668,8	2.052,7	135,9%	65,5%
2018	5.726,1	3.989,1	1.737,0	130,3%	67,8%
2019	5.465,5	3.663,4	1.802,1	133,0%	69,8%
2020	5.699,9	4.178,3	1.521,6	126,7%	74,3%
2021	5.764,3	4.392,6	1.371,6	123,8%	77,0%
2022	4.667,8	3.137,3	1.530,5	132,8%	68,9%
2023	4.578,5	3.508,1	1.070,4	123,4%	69,6%
			Promedio	129,4%	70,4%
			Media	130,3%	69,6%

Nota. Datos tomados de informes de seguimiento anual 2017 al 2024 al cumplimiento de la meta global de carga contaminante para los usuarios sujetos de pago de tasa retributiva por vertimientos puntuales en los cuerpos de agua de la jurisdicción de Cornare

Tabla 31

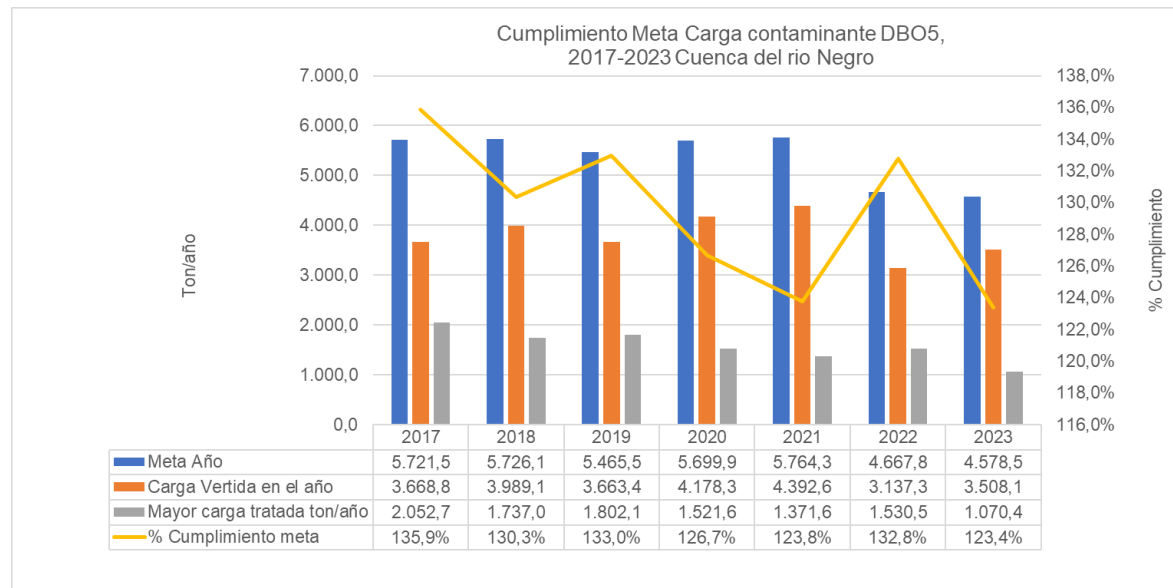
Reducción adicional a la meta de Carga contaminante SST periodo 2017-2023

Año	Meta Año	Carga Vertida en el año	Mayor carga tratada ton/año	% Cumplimiento meta	% Participación del total región
2017	3.238,7	2.933,3	305,4	109,4%	64,1%
2018	3.268,6	3.038,2	230,4	107,0%	65,3%
2019	3.297,4	2.015,5	1.281,9	138,9%	63,1%
2020	3.432,0	2.687,3	744,7	121,7%	72,6%
2021	3.548,5	2.447,0	1.101,5	131,0%	73,0%
2022	3.324,2	1.414,2	1.910,0	157,5%	60,5%
2023	3.465,0	1.775,4	1.689,6	148,8%	65,5%
			Promedio	130,6%	66,3%
			Media	131,0%	65,3%

Nota. Datos tomados de informes de seguimiento anual 2017 al 2024 al cumplimiento de la meta global de carga contaminante para los usuarios sujetos de pago de tasa retributiva por vertimientos puntuales en los cuerpos de agua de la jurisdicción de Cornare

Figura 24

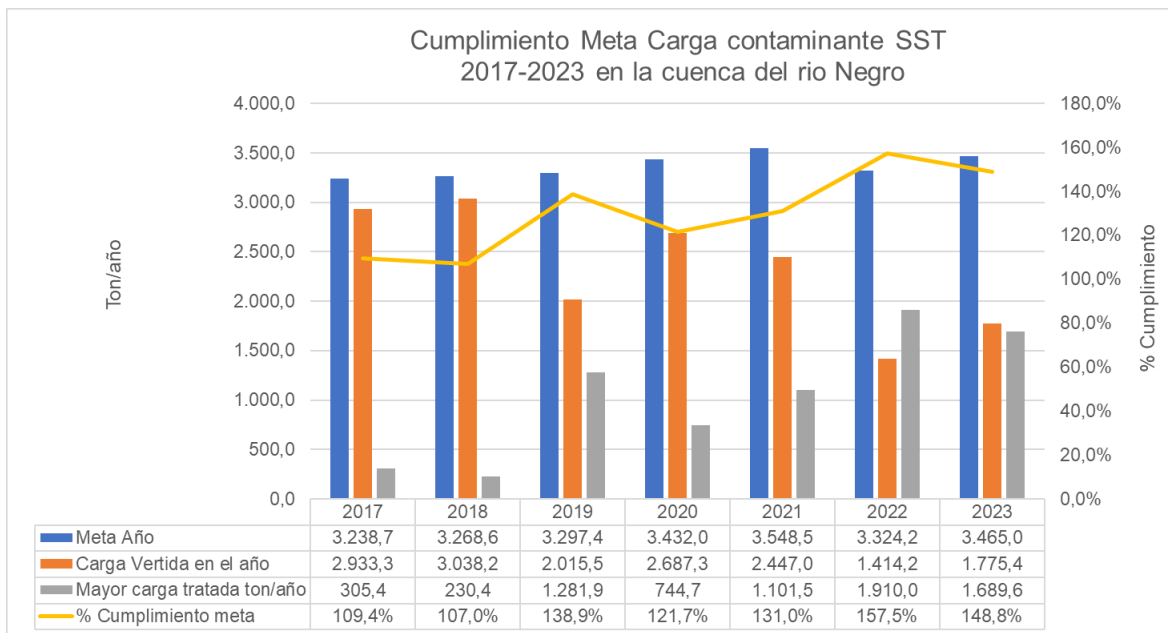
Cumplimiento meta de Carga contaminante DBO5 en la cuenca del río Negro 2017-2023



Nota. La grafica compara la carga vertida de DBO5 con la meta establecida para cada año, evidenciando en todos los años de la muestra, una mayor carga tratada.

Figura 25

Cumplimiento meta de Carga contaminante SST en la cuenca del rio Negro 2017-2023



Nota. La grafica compara la carga vertida de SST con la meta establecida para cada año, evidenciando en todos los años de la muestra, una mayor carga tratada.

Cobertura en recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales.

En general las aguas residuales generadas en las zonas urbanas de las cabeceras, corregimientos o centros poblados, son recolectados por la red de alcantarillado del servicio público municipal, que en su gran mayoría son transportadas a las PTAR para su tratamiento, las que no, son dispuestas de manera directa a las fuentes superficiales en puntos de vertimiento específico que son identificados e incluidos en el PSMV, para su posterior tratamiento. Por consiguiente, la cobertura del sistema de alcantarillado es la relación entre las aguas residuales generadas que son recolectadas por el sistema de alcantarillado publico vs las aguas que entran a la PTAR para su tratamiento, la cual se puede estimar considerando el volumen generado en l/s vs el volumen que entra o en términos de toneladas de carga generada y carga que entra a la PTAR, tanto de DBO₅, como de SST. Así las cosas, según el informe de seguimiento a las metas del PORH del año 2024, las aguas tratadas en toda la jurisdicción de Cornare en el año 2023 representaron una cobertura de saneamiento del 86%, considerando tanto la remoción de DBO₅, como en SST, evidenciando que aún hay un 14% de aguas servidas que no son tratadas.(Cornare Grupo de RH, 2024) Sin embargo, en toda la región, el promedio de

cobertura en recolección de aguas residuales entre los años 2017 y el 2023 es del 74,5% y 73,9% para DBO₅ y SST respectivamente, como se evidencia en las figuras 26 y 27.

Figura 26

Cobertura en saneamiento para DBO₅ en las PTAR cabeceras urbanas de la región Cornare periodo 2017-2023

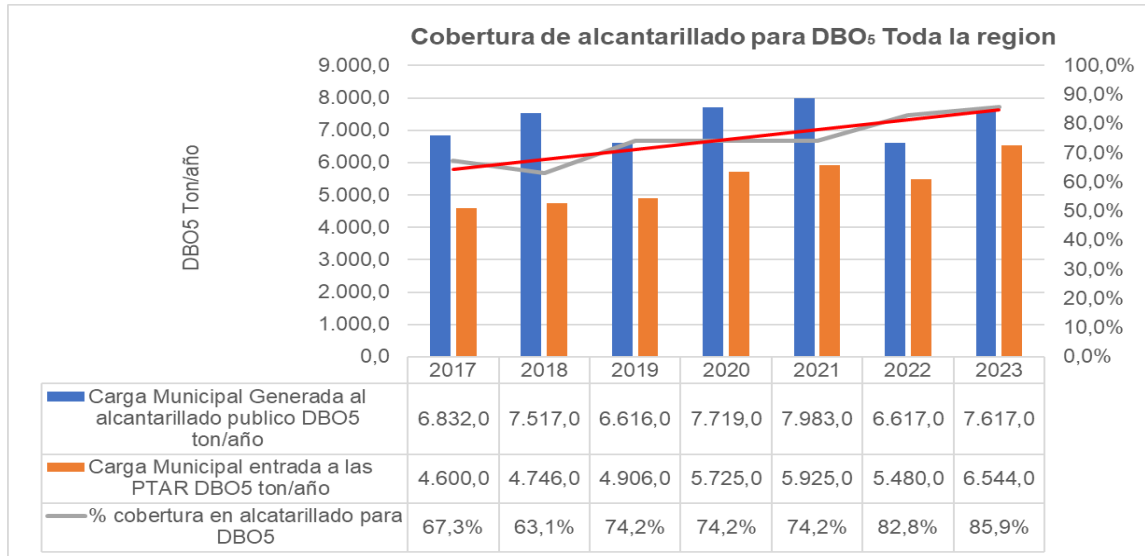
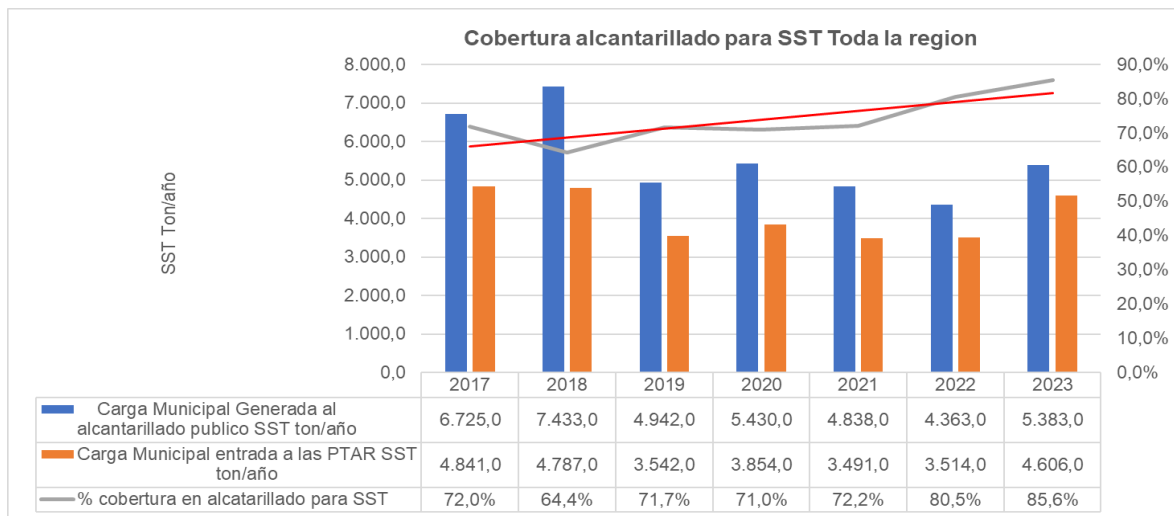


Figura 27

Cobertura en saneamiento para SST en las PTAR cabeceras urbanas de la región Cornare periodo 2017-2023



Índices de calidad en la cuenca del río Negro. La corporación realiza de manera anual el seguimiento a los objetivos de calidad establecidos en la Resolución No. 112-5304 del 26 de octubre de 2016, para las fuentes receptoras de vertimientos de los 26 Municipios jurisdicción, con el propósito de evaluar la calidad del recurso hídrico, considerando la presión por vertimientos de aguas residuales generadas por los diferentes usuarios de la cuenca, de acuerdo al programa 6, del PORH adoptado en esta resolución. Por tanto, para determinar el ICA de cada tramo ordenado del cuerpo receptor, se utiliza modelo de simulación, denominado Sistema Integrado de Calidad de Agua (SICA), el cual considera los parámetros pH, DBO₅, SST, Conductividad, % Saturación de oxígeno disuelto, *E. coli* y Fosforo total, definiendo un valor numérico que va de 0 a 1, que califica la calidad en una de las siguientes categorías:

Figura 28

Categorización del Índice de calidad del agua Cuenca del río Negro

Descriptor	Ámbito numérico	Color
Muy malo	0 – 0.25	Rojo
Malo	0.26 – 0.50	Naranja
Medio	0.51 – 0.70	Amarillo
Bueno	0.71 – 0.90	Verde
Excelente	0.91 – 1.00	Azul

Nota. Tomado de (Cadavid Gallego, 2010)

En consideración a lo anterior, de manera particular en la cuenca del río Negro se realiza el monitoreo a la red conformada por 41 estaciones, localizadas sobre la fuente principal y sus afluentes tributarios más representativos, estos monitoreos se realizan en los meses de febrero, agosto y noviembre, para contrastar los periodos de invierno y verano que se presentan en el país (Universidad Católica del Oriente, 2016). A continuación, en la tabla 32 se presenta el ICA consolidado en los diferentes tramos del río Negro y sus afluentes principales, según la Resolución No. 112-5304 del 26 de octubre de 2016, para el periodo 2017-202

Tabla 32

Consolidado ICA para cada tramo ordenado de la cuenca del río Negro periodo 2017-2022

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Observaciones
Estaciones	ICA general						
	Río Negro						
Estaciones Boca toma en la captación del acueducto del municipio del Retiro, el Hierbal y Puente Antes EBAR	Media y Buena	Media y Buena	excelente y Buena	excelente y Buena	excelente y Buena	excelente y Buena	Sobre el río Pantanillo cerca al nacimiento del río Negro, posee abundante vegetación, su lecho con rocas, gravas y arenas, hay presencia de vertimientos de aguas residuales domésticas. Tramo I y II
Después de la descarga de PTARD, puente autopista y La Fresera	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Media y Mala	La mala calidad está asociada al aporte de carga contaminante desde otras subcuencas que impactan desde la estación Puente antes EBAR, como la quebrada La Pereira, La Cimarrona, La Mosca y La Marinilla, además de las descargas de aguas residuales del Municipio de Rionegro. Tramo IV y V.
Estación Río Abajo	Media	Buena	Buena	Buena	Media	Media	Su estado se mantiene entre medio y bueno, debido a la entrada de afluentes de mejor calidad como la quebrada El Salado, además, el aporte de aguas residuales en este punto del río es un poco menor, debido a la disminución de la densidad poblacional dado su vocación rural. Se encuentra ubicada entre la vereda La Honda del municipio de San Vicente y la vereda Salto Abajo del Municipio de Marinilla. Tramo VI

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Observaciones
La Pereira							
Flores de la Montaña y San Sebastián	Media y Buena	Media y Buena	Excelente	Excelente y Buena	Excelente y Buena	Excelente	Estaciones de inicio, antes de las descargas de la zona urbana del municipio de la Ceja, su calidad se mantiene entre excelente y buena. Tramo VII y VIII
Manzanare s	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	La Mala calidad se debe a la descarga de la PTAR del Municipio de La Ceja, sin embargo, desde el año 2016, esta se viene interviniendo de manera modular. Tramo VIII
Captación San Antonio y Casa Mía	Buena	Media	Media y Buena	Media	Buena	Buena	Se mantiene entre Media y Buena, a excepción del año 2022, donde se adelantan dos proyectos de mejoramiento de la PTAR, la quebrada no alcanza su recuperación, dadas las descargas directas sin tratamiento previo efectuadas en virtud de las acciones de optimización señaladas. Tramo IX
La Cimarronas							
Captación y Puente Larga	Buena	Excelente y Buena	Excelente y Buena	Excelente y Buena	Excelente y Buena	Excelente	Estaciones de inicio, Se mantienen sus condiciones antes de recibir vertimientos puntuales. Tramo X
Flor Silvestre	Media	Mala	Mala	Mala	Mala	Media	En general su ICA es Malo, debidos al efecto de acumulación de la carga contaminante, que aporta la descarga de la PTAR principal del municipio del Carmen de Viboral. Tramo XI
Puente Vía el tranvía	Media	Mala	Mala	media	Media	Mala	Ubicada antes de su desembocadura en el río Negro, recibe aportes importantes de carga contaminante, atribuida al sector productivo textilero y los sectores Belén del municipio de Marinilla y Cimarronas del municipio de Rionegro. Tramo XI
Coltepunto	Media	Media	Media	media	Buena	Mala	Se mantiene entre bueno y malo, dada la capacidad de auto regeneración de la quebrada en el tramo. Tramo XI

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Observaciones
Quebrada la Mosca							
Cabecera de Romeral y Puente Molino	Buena	Buena	Excelente y Buena	Excelente y Buena	Excelente y Buena	Buena	Aguas arriba de la cabecera urbana del municipio de Guarne. Tramo XII
Estaciones Box Coulvert, después de la descarga de la PTARD del Municipio de Guarne; OMYA y Riotex, estación ubicada antes de la desembocadura en el río Negro	Mala y Media	Mala y media	Media y buena	Mala y media	Mala, buena y media	Media	Descarga de la PTAR de Guarne, efecto de la acumulación de la carga contaminante aportada por gran parte del sector industrial de la región, así como del sector urbano doméstico ubicado entre los municipios de Guarne y Rionegro. Tramo XIII
Quebrada La Marinilla							
Estación inicial del tramo, Antes de recibir las ARD del municipio de El Santuario y la estación La Amistad	Buena	Buena	Buena	Excelente y Buena	Buena	Buena	Primera estación control sobre la quebrada La Marinilla, antes de la descarga de la zona urbana del municipio del Santuario. Tramo XIV
Estaciones después de la descarga de PTAR Municipio del Santuario - Alcaravanes	Buena y Mala	Buena y Mala	Buena y Mala	Media y mala	Media y mala	Media y Mala	Es el tramo que recibe la descarga de las PTAR de los municipios de Santuario y Marinilla. Tramo XIV

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Observaciones
Quebrada Yarumal- Chachafruto							
Estación las Delicias, se origina al unirse las Quebradas Yarumal y La Leonera	Media	Media	Buena y media	Excelente, Buena y media	Excelente, Buena y media	Excelente, Buena y media	Acumulación de carga contaminante por las descargas de aguas residuales domésticas y no domésticos, que provienen del sector las delicias, las empresas canteras Yarumal y la Aerocivil. Tramo XV
Quebrada el Salado							
Antes de recibir las ARD del Municipio de San Vicente	Buena	Buena	Excelente	Excelente	excelente	Buena	Antes de iniciar la zona urbana y de recibir las aguas residuales del Municipio de San Vicente. Tramo XVI
después de la descarga de la PTAR de san Vicente y Compañía Abajo	Media	Media	Buena	Media y buena	Media	Buena	Ubicada 3 km antes de desembocar sobre el Río Negro, se destaca que la PTAR, entro en operación a finales del año 2018, tratamiento que mejora la calidad del agua que llega al río Negro. Tramo XVI

Nota. La tabla proporciona información de los ICA agrupados por tramamos en cada afluente de la cuenca, información tomada de los informes de seguimiento anual años 2017 al 2022 del PORH y los objetivos de calidad establecidos mediante la resolución 112-5304 del 26 de octubre del 2016 (Cornare Grupo de RH, 2021; 2023)

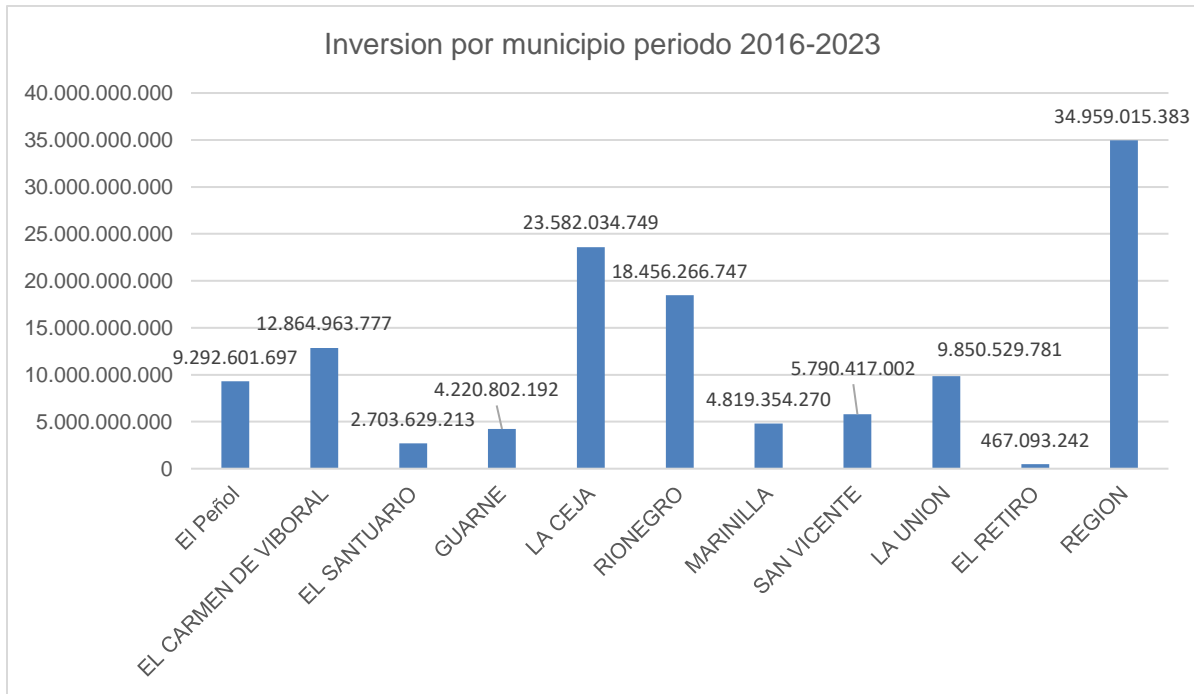
De manera general, de la tabla anterior se concluye que los índices de calidad del agua en la cuenca del río Negro disminuyen conforme aumenta la proximidad a las cabeceras urbanas, pasando de buena a una calidad entre media y mala, debido principalmente al incremento de la población, que genera un urbanismo descontrolado, no planificado, que demanda la conexión a una insuficiente red de alcantarillado y a sistemas de tratamiento de aguas residuales que superan su capacidad, con menores eficiencias de remoción de carga contaminante, por lo tanto, se puede evidenciar en la fuente principal que en las estaciones entre la boca toma en la captación del acueducto del municipio del Retiro y el Hierbal cerca al nacimiento, la calidad pasa de medio a excelente y después

de la descarga de PTAR de Rionegro, puente autopista y La Fresera esta es mala, asociada además, al aporte de carga contaminante desde otras subcuencas que impactan desde la estación Puente antes EBAR, como la quebrada La Pereira, La Cimarrona, La Mosca y La Marinilla.

Análisis de inversiones en la cuenca. Como se dijo en el capítulo anterior, la inversión en obras de infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales fue **\$127.006.708.053**, que corresponden a la ejecución de largo plazo previstas en el programa 5, denominado Gestión Integral del Recurso Hídrico, del PORH acogido en la resolución N°112-5304 del 2016, expedida por Cornare. La figura 30, muestra las inversiones consolidadas por municipio en el periodo de análisis.

Figura 29

Inversión en saneamiento básico por municipios

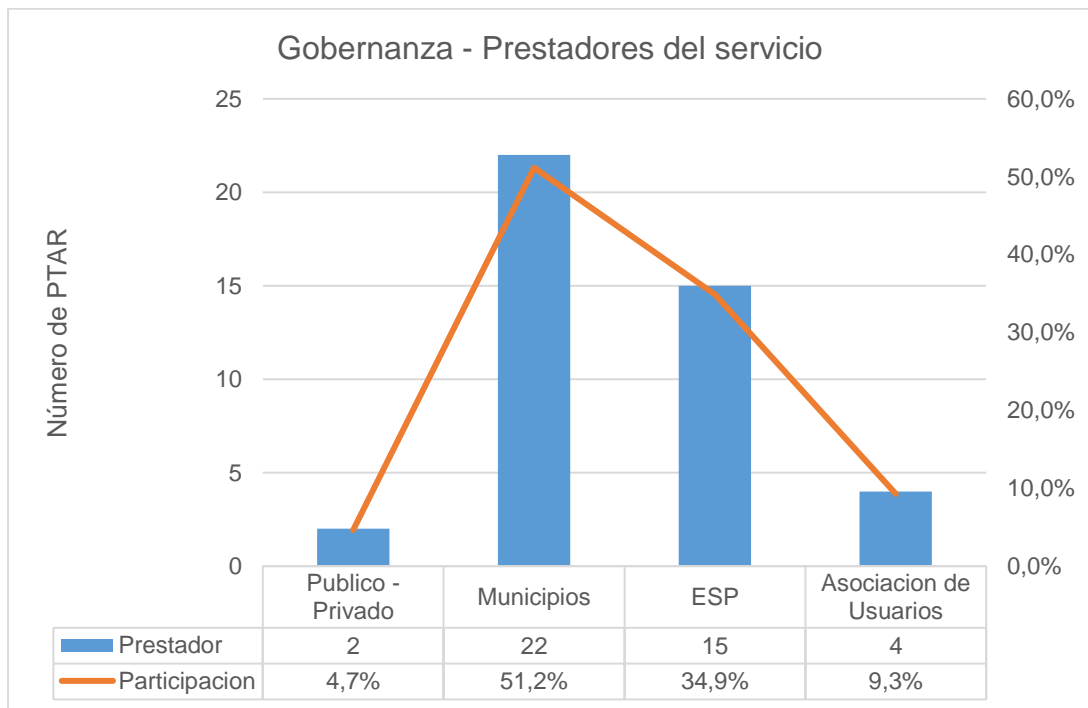


Nota. La inversión en la región corresponde a proyectos de saneamiento, ejecutados para en todos o varios de los municipios de la cuenca en el periodo, diferentes a los reportados de manera individual.

Gobernanza. Como se aprecia en la figura 31, la participación comunitaria en la prestación del servicio por asociaciones de usuarios o grupos organizados es muy bajo en la cuenca, representa apenas el 9.3% del total con la operación de 4 de las 43 PTAR en operación.

Figura 30

Prestadores de servicio público de alcantarillado en la cuenca del rio Negro



4.3 Evaluación y desarrollo de lineamientos

El tratamiento de aguas residuales es un componente crítico tanto para la sostenibilidad ambiental, como para la salud pública, especialmente en regiones con alta densidad poblacional, una destacada actividad industrial, comercial, turismo y recreación como lo es la cuenca del río Negro en Antioquia. Por lo tanto, la articulación normativa y las acciones del estado desempeñan un papel fundamental en la gestión eficiente del recurso hídrico, asegurando que las prácticas de tratamiento de aguas residuales no solo cumplan con los estándares legales, sino que también contribuyan al desarrollo sostenible de la región.

En ese sentido, este análisis se centra en evaluar cómo las normas vigentes y las acciones implementadas por el estado en el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Negro impactan la sostenibilidad. Ahora bien, la articulación normativa se refiere a la coherencia de las leyes, regulaciones y políticas que rigen el tratamiento de aguas residuales, mientras que las acciones del estado incluyen el diseño e implementación de instrumentos de planificación, las acciones de autoridad ambiental ejercida por la CAR, de acuerdo a sus competencias, las inversiones realizadas en infraestructura de saneamiento y la gobernanza en el tratamiento de las aguas residuales.

Por esta razón, definir lineamientos para medir el impacto de estas acciones en la sostenibilidad es fundamental para garantizar que los esfuerzos realizados por el estado contribuyan de manera efectiva no solo a la protección del medio ambiente, sino también al bienestar de las comunidades locales que habitan la cuenca. De ahí pues, que este análisis busca proporcionar una visión integral de la situación actual de la calidad del agua en la cuenca, según sus ICA, ofreciendo recomendaciones para fortalecer la gestión de aguas residuales en la cuenca del río Negro. En otras palabras, la definición de lineamientos garantizara la efectividad, transparencia y eficiencia de estas acciones, permitiendo la alineación con los objetivos globales de desarrollo sostenible, promoviendo un entorno más saludable para las generaciones presentes y futuras. Así las cosas, la definición de lineamientos para medir el impacto en la sostenibilidad de la articulación normativa y las acciones del estado en el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Negro de Antioquia permitirá:

-
- Evaluar la efectividad, verificando si las normas y acciones implementadas están logrando los resultados esperados en términos de mejora de la calidad del agua en la corriente principal. Así mismo, permitirá también la identificación de brechas en áreas donde las políticas y acciones no están siendo efectivas, procurando los ajustes correspondientes.
 - Garantizar la transparencia, facilitando la rendición de cuentas por parte de las autoridades, asegurando que los recursos públicos se utilicen de manera eficiente y efectiva, generando confianza de la comunidad en las instituciones al demostrar un compromiso con la sostenibilidad y la protección ambiental.
 - El uso eficiente de recursos, garantizando que tanto los recursos financieros, humanos como técnicos se utilicen de manera óptima, evitando desperdicios y duplicidades. Además de facilitar la priorización de inversiones en áreas que generen mayor impacto positivo en la sostenibilidad.
 - Asegurar el cumplimiento normativo en alineación con los ODS, comprometiéndose que las acciones locales estén alineadas con los objetivos globales, particularmente con el objetivo 6, que busca garantizar la gestión sostenible del agua para todos. Así mismo, verificara que las acciones cumplan con las normativas nacionales e internacionales, evitando sanciones, mejorando la reputación de las instituciones.
 - La mejora continua a través de la retroalimentación, proporcionando datos y evidencias que permitan realizar ajustes o mejoras continuas tanto en las políticas como en acciones pertinentes, fomentando la innovación e implementación de mejores prácticas en el tratamiento de aguas residuales.
 - Generar impacto Social y Ambiental, contribuyendo a la mejora de la salud pública al asegurar que las aguas residuales se traten adecuadamente, reduciendo riesgos de enfermedades. De igual manera contribuirá a proteger los ecosistemas acuáticos y terrestres, asegurando la sostenibilidad a largo plazo de los recursos naturales.

Así pues, que para definir estos lineamientos se considera la importancia de la cuenca del río Negro, dado que está conformada por diez municipios de mayor desarrollo en la subregión del Oriente del departamento de Antioquia, conocida también como el Valle de San Nicolás. Esta es la cuenca más densamente poblada de toda la jurisdicción de Cornare, ya que en ella tienen asiento las cabeceras urbanas de los municipios de *Rionegro, El Carmen de Viboral, La Ceja, El Retiro, San Vicente, El Santuario, Marinilla, Guarne*, parte de los municipios de El Peñol y Envigado, este último en jurisdicción de Corantioquia; cómo se describió en el área de estudio, su posición geo política, la hace una región muy atractiva para las inversiones nacionales y extranjeras, especialmente en los sectores productivos de orden secundario (industria y construcción) y terciario (servicios, comercio, transporte y comunicaciones), propiciando el crecimiento permanente de su población que ejerce cada vez, mayor presión sobre los recursos naturales, al generarse áreas de expansión urbana sin planificación adecuada, en las que coexisten distintos sectores sociales que habitan “urbanizaciones enrejadas” con asentamientos precarios que carecen de servicios públicos como agua potable y alcantarillado (Zulaica & Tomadoni, 2015). Así mismo, es evidente en las zonas de frontera entre los municipios que conforman la cuenca, el uso diferenciado del suelo que promueve la convivencia de diferentes actividades productivas y comerciales con las residenciales, propiciando la generación numerosos conflictos sociales y ambientales, que amenazan la sostenibilidad (Zulaica & Tomadoni, 2015), específicamente en este caso de estudio, a la generación y tratamiento de las aguas residuales, situación que no es ajena a lo que pasa en las ciudades pequeñas e intermedias de América latina, que según el Banco Interamericano de desarrollo (BID) en su programa de ciudades emergentes y sostenibles, han desarrollado un proceso de urbanización acelerado, requiriendo procesos de planificación específicos, orientados a la acción, capaces de generar calidad de vida para los ciudadanos de la región, garantizando el desarrollo sostenible. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

Del análisis de la información recopilada en los capítulos anteriores, se pudo evidenciar las muchas acciones del estado de orden normativo, de planificación, de autoridad ambiental, inversión y gobernanza orientadas al mejoramiento de las condiciones de calidad hídrica de la cuenca del río Negro, en cumplimiento del ODS 6, específicamente en lo relacionado con el tratamiento de las aguas residuales. Sin

embargo, pese a la dedicación de todas las acciones y recursos, en general el ICA al cierre de la cuenca en la corriente principal, no presentan mejoría, según lo evidenciado en los siete años de seguimiento en cumplimiento del PORH, lo que lleva a preguntar, si realmente estas acciones impactan a la sostenibilidad de la cuenca. Para responder este interrogante, en este capítulo se definirán los lineamientos o ruta metodológica que permitan articular todas las acciones y recursos posible orientados a lograr la sostenibilidad de la cuenca, en sintonía con los ODS.

Según el diccionario de la Real academia española (RAE), un lineamiento es una línea, una dirección o una tendencia. (Real Academia Española: *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., [versión 23.7 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [noviembre 2 del 2024]), Según diccionario de americanismos 2010 es la dirección, tendencia, orientación o estilo de un arte o de un saber cualquiera, así las cosas, en este contexto un lineamiento define una directriz o una guía metodológica que permite generar o proponer una serie de acciones o actividades que garanticen su ejecución de manera consistente y efectiva.

En consecuencia, en este capítulo se desarrollarán los lineamientos que permitan medir el impacto de las acciones ejecutadas por el estado en los componentes jurídico, técnico, operativo y financiero, realizadas en el tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del rio Negro en el oriente de Antioquia, para validar el cumplimiento de los pilares del desarrollo sostenible. En otras palabras, definir lineamientos para medir el impacto es esencial para asegurar que las acciones y proyectos contribuyan efectivamente a alcanzar las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), promoviendo el equilibrio entre el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente. (Ordóñez Díaz & Meneses Silva, 2015)

Para definir los lineamientos fue necesario el desarrollo metodológico propuesto en el acápite 3.3.2 del presente estudio, el cual considera tres etapas: Revisión documental, análisis de información y evaluación para el desarrollo de lineamientos, los componentes considerados en cada etapa se relacionan en la tabla 33.

Tabla 33*Componentes del proceso metodológico*

<p>ETAPA 1 Revisión y Gestión Documental</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de literatura relacionada. • Definición del marco teórico. • Definición de Contexto de sostenibilidad aplicado al tema. • Recopilación de la legislación ambiental relacionada. • Identificación de los instrumentos de planificación. • Identificación de los ICA del río Negro, periodo 2016-2021 • Validación del cumplimiento normativo Vs los ICA del periodo. No 112-5304 del 2016.
<p>ETAPA 2 ANALISIS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de aplicación de los Instrumentos de planificación en la cuenca. • Revisión de información secundaria, relacionada con acciones de autoridad ambiental. • Recolección de información secundaria de las inversiones realizadas en Planeación e infraestructura. • Análisis de acciones de educación ambiental y organizaciones relacionadas con la gobernanza del recurso. • Determinación el porcentaje de cobertura en el sistema de tratamiento de AR, en las zonas urbanas y rurales de la cuenca- • Análisis de cobertura y cumplimiento normativo.
<p>ETAPA 3: evaluación y desarrollo de lineamientos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de los índices de Calidad del Agua (ICA) del río Negro. • Identificación del impacto en la implementación de los instrumentos de planificación. • Evaluación de cumplimiento de las metas de saneamiento en la cuenca. • Medición del impacto de las acciones de autoridad ambiental (tramites, quejas, sanciones). • Evaluación de las acciones de apropiación social de la cuenca. • Determinación de Que tan sostenible son las acciones implementadas en la cuenca, de acuerdo a los pilares del desarrollo sostenible.

Cada etapa fue desarrollada de manera cronológica y secuencial, haciendo uso de la literatura científica existente, así como de las publicaciones disponibles en algunos ministerios del gobierno nacional, la contraloría general de la nación, la gobernación de Antioquia y Cornare, de esta última se hizo uso de toda la información disponible del ejercicio como autoridad ambiental, así como el seguimiento a la aplicación de sus instrumentos de planificación, los informes de resultado, además de las bases de datos y herramientas disponibles para la gestión de las aguas residuales en su jurisdicción.

De igual manera, la ejecución de cada etapa permitió lograr los objetivos propuestos en esta investigación de la siguiente manera:

En el acápite 4,1 fue desarrollado el objetivo específico No 1 que consiste en: Comparar la implementación de la normatividad aplicada al tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, con los resultados del ejercicio de autoridad ambiental para validar la eficacia en el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para la resolución No 112-5304 del 2016, el cual se ejecutó a través de realizar la etapa 1, que consistió en la revisión y gestión documental, para lo cual se recopiló la información disponible desde el orden nacional, hasta el regional relacionada con el tratamiento de aguas residuales donde se compilaron 45 documentos normativos de todos los niveles jerárquicos, entre ellos nueve acuerdos y resoluciones emitidos por Cornare que acogen instrumentos como el POMCA del río Negro, el PORH y el establecimiento de las metas de carga contaminante en la región, entre otros. Así mismo, los instrumentos de planificación aplicables como los ICA del río Negro del periodo 2016-2023, el estado de los POT, el seguimiento al PORH, las acciones de autoridad ambiental realizadas en la cuenca, las inversiones en saneamiento, educación ambiental y gobernanza. De igual manera, se identificaron las bases de datos disponibles en Cornare relacionadas con el ejercicio de autoridad ambiental.

En el acápite 4.2 se desarrolló el objetivo específico No 2, Identificar las acciones relacionadas con la construcción de infraestructura, educación ambiental y gobernanza realizadas en el tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, para comparar el crecimiento de la cobertura con la optimización y cumplimiento normativo de los sistemas de saneamiento implementados, fue explicado a través de la ejecución de las etapas 2 y 3, donde se realizó el análisis de la información recaudada en

la etapa 1, contrastada con los resultados de la aplicación normativa y la implementación de los instrumentos de planificación, así como las acciones de la autoridad ambiental en atención a quejas, permisos de vertimientos, el seguimiento, la gobernanza y las inversiones en infraestructura. El análisis de esta información considero un periodo de tiempo entre los años 2016 y 2023, correspondientes a los últimos dos periodos de gobierno regional donde se evaluaron los datos y series históricas disponibles en las bases de datos de Cornare como: Permisos de vertimiento otorgados, quejas atendidas por vertimientos, acciones de control, procesos sancionatorios, seguimiento a las PTAR, a los PSMV, estado de los POT, cumplimiento de las metas de carga contaminante, seguimiento a los ICA, gobernanza en la prestación del servicio de alcantarillado entre otras.

Ahora bien, para alcanzar el objetivo No 3 el cual corresponde a desarrollar lineamientos que permitan medir el impacto de las acciones ejecutadas por el estado en los componentes jurídico, técnico, operativo y financiero, realizadas en el tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, para validar el cumplimiento de los pilares del desarrollo sostenible, es necesario recabar los análisis y resultados obtenidos en los objetivos 1 y 2, donde se pudo constatar todas las acciones que realiza el estado orientadas al tratamiento de las aguas residuales en la cuenca del río Negro, así como los resultados de cada una de ellas, con el propósito de mejorar o mantener las condiciones hidrobiológicas de la fuente principal y la calidad de vida de los habitantes de la región. Asegurando que sean efectivas, transparentes y alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible. En otras palabras, el desarrollo de este objetivo, requirió la ejecución de la etapa 3 de la metodología, donde se verifico el estado de cumplimiento de los requisitos establecidos en los diferentes instrumentos normativos, de acuerdo a los resultados de las acciones de control realizadas por la autoridad ambiental en el periodo de estudio, según lo dispuesto en las bases de datos proporcionadas por CORNARE. De igual manera se evaluaron los resultados de las metas establecidas en los diferentes instrumentos de planificación como: El PORH, los PSMV vigentes, los POT, la disminución de la carga contaminante DBO y SST, los ICA. Así mismo se consideraron las inversiones realizadas en la construcción de infraestructura de saneamiento y las acciones de gobernanza, tanto de orden normativo, de competencias como de apropiación social en el tratamiento de las aguas residuales.

En consideración a lo anterior, este objetivo tiene como propósito definir una serie de lineamientos que permitan la evaluación integral de las acciones realizadas por el estado en función de la gestión y tratamiento de las aguas residuales en la cuenca del río Negro, considerando la exploración cualitativa y cuantitativa de la información disponible en la CAR, acorde a lo establecido en las políticas nacionales, permitiendo un análisis multi criterio que dé cuenta de su impacto en el desarrollo sostenible; considerando el concepto según (Hernández Medina et al., 2022) que se progresa hacia la sostenibilidad en la medida en que la situación ambiental y humana del espacio geográfico analizado mejora o al menos se mantiene. Así las cosas, la elaboración de estos lineamientos, se fundamenta en la información recolectada y analizada en los capítulos anteriores, relacionada con la producción normativa, la disponibilidad e implementación de instrumentos de planificación desde el orden nacional hasta el regional, así mismo, considera, las acciones de autoridad ambiental, las inversiones realizadas por las diferentes entidades públicas, así como la participación y apropiación social.

Teniendo en cuenta que, se pudo constatar que son múltiples las acciones del estado, así como el compromiso en todos sus niveles y en todas las áreas del desarrollo sostenible, orientadas al tratamiento de las aguas residuales como indicador de calidad de vida, en concordancia con el ODS 6, sin embargo, es evidente también que no existe una articulación entre ellas, que posibilite determinar el impacto en la sostenibilidad de la cuenca, lo que puede interpretarse en los resultados del ICA en las estaciones de monitoreo al cierre de la cuenca sobre el río Negro, que según los resultados de los últimos siete años, la calidad se ha mantenido en el rango de mala. De igual manera se puede evidenciar en el cumplimiento normativo de las PTAR, donde el 71% de ellas no cumple con los requerimientos establecidos en la resolución No 631 del 2015, por lo tanto es necesario articular todas las acciones misionales de la autoridad ambiental, como los diferentes instrumentos de planificación de tal manera que permita medir el impacto de estas acciones en la sostenibilidad de la cuenca, que facilite la planificación y la reorientación de las acciones, así como la toma de decisiones, tanto para el ordenamiento del territorio. como para la inversión en la construcción de infraestructura en los STAR.

Finalmente, para dar cumplimiento al objetivo 3, a continuación, se definirá la ruta metodológica o los lineamientos a seguir según, la información disponible de la cuenca.

4.3.1 Lineamientos para medir el impacto de las acciones ejecutadas por el estado en el tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, para validar el cumplimiento de los pilares del desarrollo sostenible.

Los lineamientos para medir el impacto en la sostenibilidad planteados en este capítulo, requieren considerar los resultados de todas las acciones realizadas por el estado en la cuenca, especialmente los analizados en el acápite 4.2, en desarrollo del objetivo 2, con el propósito de articular todos los esfuerzos, para lograr el mayor impacto en la sostenibilidad, priorizando las actividades y acciones precisas que faciliten la toma de decisiones del ordenador correspondiente.

Así pues, de acuerdo a la metodología indicada, se definieron para la cuenca del río Negro, diez lineamientos para medir el impacto en la sostenibilidad, considerando los pilares universales del desarrollo sostenible, dando importancia particular a la divulgación de resultados a todos los actores relevantes, como gobiernos, empresas, sociedad civil y comunidades locales, que garantice tanto la transparencia como la apropiación del proceso. A continuación, se describen los lineamientos a seguir:

1. **Definir la necesidad.** Medir el impacto de las acciones ejecutadas por el estado en los componentes jurídico, técnico, operativo y financiero, realizadas en el tratamiento de las aguas residuales en la Cuenca del río Negro de Antioquia, es fundamental para validar el cumplimiento de los pilares del desarrollo sostenible, considerando el concepto que se progresa hacia la sostenibilidad en la medida en que la situación ambiental y humana del espacio geográfico analizado mejora o al menos se mantiene. (Hernández Medina et al., 2022). El resultado propiciara la revisión y formulación de programas o proyectos que orientaran las acciones de las entidades competentes en la búsqueda constante para mantener el equilibrio entre la demanda de recurso y la capacidad de la fuente en regenerarse (Hernández Medina et al., 2022). Lo que requerirá entonces, la articulación de todos los instrumentos de planificación territorial de la región (Zambrano, 2013) y la

formulación de políticas públicas que orienten las inversiones y acciones del estado en garantizar este equilibrio.

2. **Identificación del marco legal** aplicable a tratamiento de las aguas residuales y las acciones jurídicas correspondientes a la cuenca del río Negro en armonía con las metas del ODS 6. Considerando 45 documentos normativos relacionados con las acciones del estado en el tratamiento de las aguas residuales, 35 de ellos del orden Nacional en todos los niveles del nivel legislativo desde la constitución política de Colombia, una ordenanza de la asamblea departamental Antioquia, nueve acuerdos y resoluciones emitidas por Cornare. Aquí se tiene en consideración especial los acuerdos del consejo directivo de Cornare No 365 de julio 17 del 2017, No 430 de octubre 28 del 2022 y las resoluciones corporativas No 112-5304 del 2016, 112-4795-2018, RE-04227-2022.
3. **Sostenibilidad ambiental:** Evalúa la situación actual, en relación a la existencia e implementación de los instrumentos de planificación, así como la eficacia de las acciones de la autoridad ambiental, determinando el cumplimiento de metas y requisitos establecidos en los diferentes instrumentos normativos, según los resultados de las acciones de control realizadas por la autoridad ambiental a los permisos de vertimiento otorgados en el periodo de estudio, así como la atención de quejas relacionadas y el cumplimiento normativo de las diferentes PTAR, haciendo uso de las bases de datos disponibles en CORNARE, tanto de los tramites autorizados, como del control y seguimiento realizado. Así mismo, se evalúa el resultado del cumplimiento de las metas establecidas en los diferentes instrumentos de planificación como: Metas de carga contaminante, PORH, PSMV, resultados que son comparados con el cumplimiento de los objetivos de calidad de la cuenca en el mismo periodo.
4. **Sostenibilidad económica.** Considera las Inversiones y la gestión financiera en el desarrollo de proyectos realizados en la construcción de infraestructura de saneamiento orientadas a la disminución de la carga contaminante de DBO y SST que se vierte a las fuentes principales de la cuenca, teniendo en cuenta la información disponible en el Banco de proyectos de CORNARE y los reportes de ejecución presupuestal corporativo. Determinando el origen de los recursos,

- capacidad financiera de las instituciones que tienen como tarea mejorar las condiciones del recurso hídrico, a través del tratamiento de las aguas residuales. Debe considerar, además, la sostenibilidad en la operación y mantenimiento de los STAR, verificando la implementación o no de las estructuras tarifarias establecidas en las metodologías propuestas por la Comisión de Regulación de Agua potable y saneamiento básico.
5. **Sostenibilidad social.** Considera la participación y apropiación social de las comunidades en las acciones de gobernanza, que impactan en la calidad del recurso hídrico, verificando cumplimiento normativo de las PTAR administradas por la comunidad Vs las operadas por entidades oficiales.
 6. **Desarrollo de indicadores** que permitan medir la sostenibilidad ambiental en cumplimiento del ODS 6, considerando los propuestos por el modelo del BID en su programa Ciudades Emergentes y Sostenibles. definiendo una batería de indicadores que facilite cuantificar el impacto, para determinar como la articulación entre la normatividad y las acciones ejecutadas por las entidades públicas en el tratamiento de las aguas residuales, contribuyen a la sostenibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río Negro en el Oriente de Antioquia. Comparando el progreso en el tratamiento de las aguas residuales con la meta 6.3 de los ODS. (<https://www.sdg6data.org/es/indicador/6.3.1>)
 7. **Levantamiento de información confiable.** Establecer un método para el levantamiento, recolección y reporte de la información, garantizando tanto la rigurosidad como su veracidad. Centralizando en un único reservorio de información.
 8. **Diseño de Herramienta para la correlación de información.** Establecer, definir, diseñar métodos o herramientas para la evaluación de la información que permita comparar o correlacionar las diferentes variables propuestas, para su modelación, utilizando herramientas de análisis estadístico, de impacto social y ambiental. Como bases de datos usando software que permita análisis geoespaciales de uso libre como el QGIS o similar

-
9. **Medir el impacto.** Se determinará comparando el cumplimiento de los indicadores propuestos con los ICA del río Negro, en las diferentes estaciones de monitoreo, en especial con los resultados al cierre de la cuenca. Considerando el concepto que se progresa hacia la sostenibilidad en la medida en que la situación ambiental y humana del espacio geográfico analizado mejora o al menos se mantiene.

 10. **Divulgación y Comunicación de resultados.** Comunicar los resultados de manera transparente a todas las partes interesadas, a través de la elaboración de informes periódicos, que podrán ser difundidos en asambleas de rendición de cuentas, también en plataformas digitales para compartir los avances, generando apropiación social del conocimiento.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

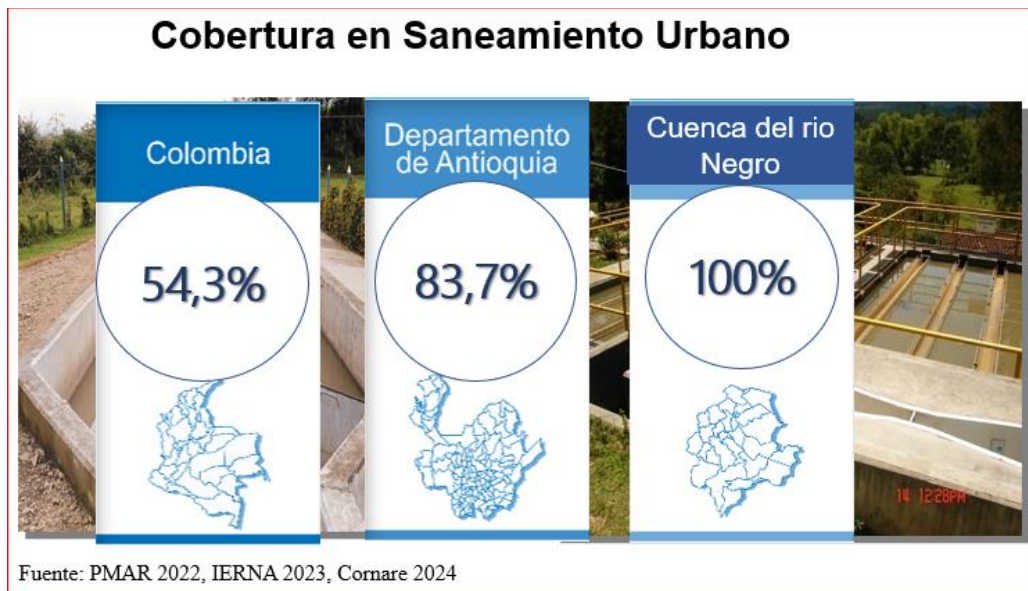
La articulación de las acciones del estado relacionadas con el tratamiento de aguas residuales en la cuenca del río Negro en el Oriente de Antioquia, es de gran importancia para evaluar el impacto que tienen estas, en el desarrollo sostenible de cuenca, considerando el acelerado crecimiento urbanístico, el aumento de la actividad comercial e industrial, dada su valiosa posición estratégica en el contexto nacional, así como su variada geografía y agradable clima, lo que sin duda, atrae a una gran población de diferentes sectores sociales que demandan servicios ecosistémicos que requieren acciones eficientes del estado, en especial en la calidad del recurso hídrico, asegurando que las prácticas de tratamiento de aguas residuales no solo cumplan con los estándares legales, sino que también contribuyan a la sostenibilidad de la región.

La metodología utilizada en este trabajo de profundización se desarrolló en tres etapas, ver figura 3. La primera correspondió a la revisión documental, haciendo énfasis en la producción regulatoria, a los instrumentos de planificación desde el orden Nacional hasta el local, así como a las acciones de autoridad ambiental relacionadas con el tratamiento de las aguas residuales. En la etapa 2 se realizó el análisis de la información recopilada evaluando las obligaciones normativas con relación a la implementación de los instrumentos de planificación, a las acciones de autoridad ambiental en garantizar el cumplimiento de los parámetros reglamentarios según lo establecido en el PORH de la cuenca, así como a las inversiones realizadas por el estado en materia de infraestructura para el saneamiento, verificando su efectividad. Por último, la etapa 3, evaluó los resultados obtenidos en la etapa 2, con el propósito de validar el impacto real en la sostenibilidad de la cuenca en concordancia con los pilares del desarrollo sostenible y el cumplimiento del ODS 6, desarrollando una serie de lineamientos que permitirán su evaluación integral.

Si bien, la información en materia regulatoria como en instrumentos de planificación es bastante amplia en el país, también lo es la respuesta de Cornare como autoridad ambiental en la cuenca para hacerlos efectivos en su jurisdicción, como se puede apreciar en la expedición de sus propios instrumentos, acuerdos y resoluciones. Así mismo se evidencia en las diferentes acciones de autoridad e inversiones en infraestructura, especialmente en lo relacionado con el tratamiento de las aguas residuales, gestión que desde el año de 1992 hasta la fecha, ha logrado que todas las cabeceras urbanas de la jurisdicción tengan aprobado el PSMV -reglamentado por la Resolución Ministerial 1433 de 2004, plan que contiene las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos municipales. De igual manera, a diciembre del 2023, se tiene una cobertura en tratamiento en la cuenca en la cuenca del río Negro, del 100%, (Cornare Grupo de RH, 2024), comparado con el 83,7% en departamento de Antioquia, según el informe del estado de los recursos naturales y del ambiente en Antioquia 2024, vigencia 2023 (Contraloría general de Antioquia, 2024) y el 54,3% en el país, según el PMAR (PMAR 2020-2050, 2022) y el PND 2022-2026.

Figura 31

Comparativo de la cobertura en tratamiento de aguas residuales en Colombia, Antioquia y la cuenca del río Negro



Nota. La cobertura corresponde a la existencia de al menos una PTAR en las zonas urbanas, compara en general el porcentaje de tratamiento en el país y el departamento de

Antioquia con relación a la cobertura en la cuenca del río Negro. *Datos tomados del PND 2022-2026, IERN 2023 contraloría, Cornare 2023*

Los datos analizados en el presente estudio, corresponden a información secundaria suministrada por Cornare, quien dispone de una gran variedad de bases de datos con información histórica de todo su quehacer institucional, aunque de muy buena calidad, no se encuentran sistematizadas ni articuladas entre dependencias o grupos de trabajo, dificultando su consulta, consolidación y validación, en general son archivos en Excel, algunos localizados en Google drive, pero dispersos en diferentes archivos de la institución, en varios casos, en las carpetas personales del funcionario responsable del proceso. En general, el reporte y análisis depende de un funcionario específico, que se ha formado en base a la experiencia, lo que dificulta la gestión de la información para usuarios externos o hasta de otros grupos de trabajo, generándose una dependencia a la disponibilidad y concepto del funcionario.

De las acciones de autoridad ambiental se analizaron los resultados obtenidos de la aplicación normativa que incluyen los permisos de vertimientos otorgado, la atención de quejas relacionadas, el seguimiento correspondiente y los procesos sancionatorios resultantes, así como el estado de las PTAR en la cuenca, esto con el propósito de determinar el origen de los aportes de carga contaminante que van a las fuentes principales, que luego son comparados con la meta establecida por la corporación para el periodo. En consecuencia, se registraron 11264 acciones de autoridad ambiental, donde el 68% corresponde a la verificación del cumplimiento normativo tanto a los permisos, como a las quejas y sancionatorios, así mismo, se resalta la autorización de 1141 puntos de vertimientos correspondientes a sistema de tratamiento colectivos privados, industriales, al mismo tiempo, se tienen en cuenta los aportes de las cuarenta y tres PTAR existentes en la cuenca, tanto en las cabeceras urbanas como en los centros poblados donde se demuestra según la Tabla 27 que el 71% de ellas no cumple con la remoción establecida por la norma, agregado a lo anterior, fueron atendidas 1947 quejas por vertimientos directos sin tratamiento; de ahí que se generaron 434 procesos sancionatorios los cuales se desarrollan en todas sus etapas, cumpliendo con el debido proceso que determina la ley; siendo los municipios de Rionegro, Guarne y el Retiro, seguido de Marinilla y La ceja, donde hay mayor concentración de las acciones debido al creciente desarrollo urbanístico, industrial y de infraestructura de la región.

De otro lado, considerando el número creciente de quejas reportadas por vertimientos directos en la cuenca, que para el periodo fueron 1947, de las cuales se produjeron 434 procesos sancionatorios, que en su mayoría corresponden a la construcción de viviendas y actividades productivas de manera informal, sin ningún tipo de permiso de los entes oficiales, asentados generalmente por fuera de los perímetros urbanos en zonas donde el uso del suelo no lo permite, superando además, las densidades de viviendas posibles y de manera obvia, sin ninguna infraestructura de servicios para el tratamiento de sus AR. Esto sin duda, obedece a la creciente migración de población hacia el valle de san Nicolás provenientes de los municipios vecinos y de la ciudad de Medellín. Esto supone, la falta de acciones de los entes territoriales para ejercer el control urbanístico en estas zonas, así como la falta de proyección en la planificación de la expansión del perímetro sanitario, en consonancia con el crecimiento de su población.

Ahora bien, realizando un análisis comparativo entre las diferentes acciones del estado realizadas en el periodo comprendido entre los años 2016 y 2023, se puede establecer que: Del seguimiento a anual a la meta de carga contaminare, fue superada en todos los años, en promedio para el periodo se evitó el vertimiento a las fuentes superficiales en 129,4 % para DBO₅ y 130,6 % en SST, correspondiente a la carga generada por en las cabeceras urbanas y tratada por los prestadores de servicios públicos a través de la PTAR. Así mismo, la cobertura del alcantarillado público para la recolección de las AR en la jurisdicción es en promedio del 74%, lo que quiere decir, que aún se vierte el 26% de aguas servidas sin tratar de manera directa. Con relación a los objetivos de calidad la Tabla 32, muestra que los ICA de los principales afluentes de la cuenca se mantienen en el tiempo, sin variaciones representativas que demuestren su mejoría, esto se justifica en el análisis de cumplimiento normativo de las PTAR de la cuenca donde se evidencia que el 71% de ellas no cumple con la remoción de DBO₅ y SST, según lo establecido en la resolución No 631 del 2015, debido a deficiencias en su operación, obsolescencia en algunos casos, en otros ya fue superado su periodo y capacidad diseño o están en su límite. Aun cuando, las inversiones realizadas para mejorar las condiciones de los sistemas de recolección, transporte y tratamiento año a año, son importantes, tanto para dar cumplimiento a las acciones programáticas del POMCA, como del PORH.

En términos de gobernanza, la participación comunitaria en la administración y operación de las PTAR es muy baja, solo el 9.3% es operada por asociaciones de usuarios o grupos organizados, las demás, son atendidas por las administraciones municipales en su mayoría a través de sus empresas prestadoras de servicios públicos, solo dos de ellas son operadas por empresas público privadas.

Es evidente la falta de gobernanza en la administración, operación y manejo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, en particular en algunos centros poblados urbanos y en el sector rural en general, donde pese a las inversiones del estado en la construcción de infraestructura de saneamiento requerida, no hay una continuidad en su operación, debido en gran parte al desconocimiento o a la falta de interés de los administradores de turno, sumado a la falta de implementación de sistemas tarifarios que garanticen su sostenibilidad financiera.

De igual manera, comparando la tabla 18. Estado de los POT de la cuenca del río Negro y la Tabla 16, PTAR en la cuenca del río Negro, se puede evidenciar que si bien los POT fueron concertados de manera reciente, en general a partir del año 2017, a excepción del municipio del Retiro, cuya vigencia data desde el año 2013, las PTAR de las cabeceras municipales de los municipios Rionegro, Marinilla, El Carmen, Guarne y el Peñol, fueron construidas entre los años 2004 y 2007, con sistema de tratamiento primario, para una población estimada a 20 años, que hoy ya no tienen capacidad para atender el volumen de aguas residuales de la creciente población, ni la eficiencia de tratamiento requerida por la normatividad Colombiana, esta situación deja en evidencia que no hay coherencia entre el nuevo perímetro urbano acogido por los POT y el perímetro sanitario existente, lo que genera la disposición de aguas residuales crudas, sin tratamiento al suelo y fuentes hídricas.

A lo largo del presente trabajo, se pudo corroborar como en la cuenca del río Negro en el oriente de Antioquia, en el periodo 2016 -2023, el estado ha legislado, ordenado, planeado y ejecutado diversas acciones en torno al saneamiento básico, específicamente en el tratamiento de las aguas residuales, expresado en la recolección transporte, tratamiento y disposición final al suelo o a una fuente superficial, considerando este como un indicador de calidad de vida, necesario para combatir la pobreza expresado en el ODS 6. Sin embargo, pese al compromiso e interés, estas acciones son ejecutadas de manera

independiente por las diferentes entidades del estado o sus dependencias responsables, demostrando que no existe una articulación entre ellas, que posibilite determinar el impacto en la sostenibilidad de la cuenca, esto puede verificarse en los resultados del ICA en las estaciones de monitoreo al cierre de la cuenca sobre el río Negro, que según el de seguimiento de los últimos siete años, la calidad se ha mantenido en el rango de mala. De igual manera se puede evidenciar en el incumplimiento normativo del 71% de las PTAR, Aun cuando, se demostró también el cumplimiento y superación de las metas de remoción de carga contaminante en DBO y SST en el periodo. Todo lo anterior, aunado a deficiencias o vacíos en el ordenamiento del territorio, considerando que la mayoría de los POT fueron actualizados a partir del año 2017, ampliando sus perímetros urbanos, sin tener en cuenta la ampliación en la misma medida de sus STAR, donde las PTAR de los municipios Rionegro, Marinilla, El Carmen, Guarne y el Peñol, fueron construidas entre los años 2004 y 2007. Finalmente, se identificó que la participación social es muy baja en la cuenca, pues apenas el 9.3% de las 43 PTAR, son operadas por grupos organizados o juntas de acueducto, evidenciando desconocimiento y falta de apropiación de la comunidad. En suma, la falta de articulación en las acciones del estado afecta de manera específica la sostenibilidad del recurso hídrico en la cuenca.

Por último, Los lineamientos para medir el impacto de las acciones del estado en la sostenibilidad de la cuenca propuestos en este trabajo, permitirán la articulación de las mismas, garantizando su mayor efectividad, eficiencia y transparencia, así como la alineación con los objetivos globales de desarrollo sostenible, además de promover un entorno de bienestar para las comunidades que la habitan.

5.2 Recomendaciones

Indudablemente, en el desarrollo de esta investigación, se pudo constatar todas las acciones que realiza el estado orientadas al tratamiento de las aguas residuales en la cuenca del río Negro, con el propósito de ofrecer mejores condiciones en la calidad de vida de los habitantes de la región, aunque se puede evidenciar la reducción de la carga contaminante que llega a la fuente principal producto de la infraestructura de saneamiento instalada, también se puede notar la falta de interés de los entes territoriales en considerar el tratamiento de sus aguas servidas, como el eje del desarrollo urbano, teniendo en cuenta que en las actualizaciones de los POT, se promueve el crecimiento del perímetro urbano y la densificación habitacional en nuevas áreas, pero no se considera la capacidad de sus sistemas de tratamiento. Por lo tanto, se plantearán algunas recomendaciones que podrán ser implementadas para garantizar las acciones del estado en el tratamiento de las aguas residuales tengan un real impacto en la sostenibilidad.

Los municipios y la CAR deberán considerar tanto en la actualización de los POT, o formulación de nuevos planes parciales, así como en el proceso de concertación ambiental, la cobertura, capacidad y cumplimiento normativo de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales urbanos y rurales, considerando este como el eje del ordenamiento del territorio, condicionando la ampliación del perímetro urbano, a la capacidad de atención y respuesta del STAR.

Desde lo local

Los entes territoriales como responsables de la prestación de servicios públicos, según la ley 142 de 1994, deberán promover el desarrollo urbanístico, en coherencia o a la par con el desarrollo de la infraestructura sanitaria, para lo cual es primordial disponer del plan maestro de alcantarillado, así como del PSMV actualizado o reformulado.

Considerar en los nuevos desarrollos urbanísticos propuestos en zonas de expansión, la construcción de la estructura sanitaria necesaria o el mejoramiento de la existente para garantizar la cobertura y cumplimiento normativo del sistema, tarea que podrá estar a cargo de los desarrolladores inmobiliarios como pago a las compensaciones u obligaciones urbanísticas o como anticipado a las empresas prestadoras de servicios

públicos ESP, que podrán ser reconocidos en el tiempo vía descuento de tarifa, esto requiere acuerdos concertados de manera previa entre las entidades municipales, oficina de planeación, ESP y desarrollador: En algunos casos, es posible que deba modificarse el estatuto de desarrollo urbano del municipio o los estatutos de funcionamiento de la ESP, constituyéndose en una política pública de orden municipal.

Proponer lineamientos desde las secretarías de planeación para la ESP y otros prestadores que permitan garantizar la factibilidad y disponibilidad en todo momento del STAR, a los nuevos proyectos urbanísticos manteniendo el equilibrio operativo y sostenibilidad del sistema.

Promover la gobernanza en las AR a través de la participación social en los procesos de administración, operación y mantenimiento de los STAR rurales, fortaleciendo las capacidades operativas, administrativas, financieras y legales de las organizaciones posibles responsables de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, implementando estrategias sostenibles que aseguren su funcionamiento eficiente en el tiempo.

Establecer un programa de educación y sensibilización dirigido a las comunidades sobre la importancia ambiental y social del tratamiento de residuos líquidos y la necesidad de su participación activa, tanto en su gestión, como en el aporte económico para el adecuado funcionamiento de estos.

Desde lo regional

Articular todas las acciones misionales de la autoridad ambiental, como los diferentes instrumentos de planificación de tal manera que sean un insumo principal para la toma de decisiones, tanto para el ordenamiento del territorio como para la inversión en la construcción de infraestructura en los STAR, esta última, deberá dar solución a los requerimientos normativos, que serán reflejados en el seguimiento a los ICA de la cuenca y en el cumplimiento de MEGA. Esto podrá lograrse a través de la creación de un tablero de mando que permita relacionar todas las acciones con los resultados esperados de ICA y MEGA, proporcionando informes periódicos de seguimiento.

Proponer lineamiento que den prioridad a la destinación de recursos de diferentes fuentes del estado para el cumplimiento de las metas en el tratamiento de las aguas residuales, que permitan su ejecución según los requerimientos de las metas de calidad y no de acuerdo a la capacidad de gestión y relacionamiento del mandatario de turno.

Al interior de la CAR, es necesario la creación de un plan maestro que permita la sistematización, gerencia y administración de datos, en aplicativos o software que faciliten su consulta, gestión y reporte, así como la articulación con otras bases de datos posibles de orden nacional y departamental, manteniendo una única fuente de información, así como el resguardo y coherencia de la misma, que permita su uso universal y no dependa de funcionarios específicos.

Proponer un plan maestro de saneamiento y PSMV regional, que considere un único STAR, que articule las acciones correspondientes en la cuenca, teniendo en cuenta la conurbación entre municipios cercanos, que podrá ser, administrado por una empresa del mismo orden, constituida por las ESP de los municipios o por alguna otra figura asociativa que facilite su gestión.

Considerar en los procesos de planificación tanto de la CAR, como de los municipios, la medición del impacto en el desarrollo sostenible de las acciones realizadas en el tratamiento de las aguas residuales, haciendo uso de los lineamientos propuestos en este trabajo. asegurando que las acciones y proyectos contribuyan efectivamente a alcanzar las metas de los ODS, promoviendo el equilibrio entre el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente

Generar una estrategia de comunicación, que permita visibilizar el tratamiento de las aguas residuales en positivo, considerando la premisa de la OMS que quien contamina paga, pero también como un indicador de calidad de vida en la región. Que genere, además, conciencia en la necesidad de la disposición adecuada de las AR, apropiación y reconocimiento de los resultados los ICA y el impacto en la sostenibilidad de la cuenca.

Bibliografía

- Acuerdo No 440, Del 2023 [Consejo Directivo] "Por Medio Del Cual Se Establece La MEGA CORNARE 2024 – 2035", Pub. L. No. 440 (2023).
https://www.cornare.gov.co/Acuerdos/Acuerdo_440_2023_cornare.pdf
- Aguilar, L. F. (2010). *Gobernanza: el nuevo proceso de gobernar*. Fundación Friedrich Naumann para la libertad.
- Amilpa, E. A. (2011). *GESTIÓN COMUNITARIA DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO: SU POSIBLE APLICACIÓN EN MÉXICO*.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *Guía Metodológica Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles: Tercera edición*. Inter-American Development Bank.
<https://doi.org/10.18235/0012702>
- Cadavid Gallego, J. Cristina. E. R. J. D. G. G. A. E. (2010). *Modelaciones índices de calidad de agua (ica) en las cuencas de la región Cornare*. 13, 1–18.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/37449>
- Colombia. Ministerio de Ambiente, V. y D. Territorial. (2010). *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Conpes 3810. (2014). *Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural*.
- Consortio Pomcas Oriente Antioqueño. (2017). *Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca Hidrográfica del rio Negro (Código 2308-01) Consejo de cuenca y proceso de participación*.
- Constitución Política Colombia [Const]. Art 79. 80, Gaceta Constitucional No. 116 de 20 de julio de 1991 (1991). <https://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion-Politica-Colombia-1991.pdf>
- Contraloría general de Antioquia. (2024). *IERNA-Estado de los recursos naturales y del ambiente en Antioquia 2024 vigencia 2023*. https://contraloria-general-de-antioquia.micolombiadigital.gov.co/sites/contraloria-general-de-antioquia/content/files/001164/58196_ierna-2024-final.pdf
- Cornare. (2016). *Referentes Ambientales para la construcción de los planes de desarrollo en los municipios del Oriente Antioqueño*.
https://www.cornare.gov.co/SIAR/REFERENTES_AMBIENTALES/CONSOLIDADO-REGIONAL/INFORME-REGIONAL.pdf

- Cornare. (2021). *Seguimiento anual 2020, al Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH y los objetivos de calidad establecidos en la Resolución N°112-5304 del 26 de octubre de 2016*. <https://www.cornare.gov.co/plan-de-ordenamiento-del-recurso-hidrico-porh/>
- Cornare. (2023). *Estado actual de los recursos naturales y de la gestión ambiental en la jurisdicción de Cornare*. https://www.cornare.gov.co/PlanAccion/2024-2027/Anexo2_Estado_Actual_de_los_Recurso_Naturales_sintesis_ambiental.pdf
- Cornare. (2024). *Plan de acción 2024-2027*. https://www.cornare.gov.co/PlanAccion/2024-2027/Documento_PAI_2024-2027_FINAL_mod.pdf
- Cornare, 2020. (2020). *Plan de acción CORNARE 2020-2023*.
- Cornare - Corantioquia - MADS. (2018). *Documento introductorio del POMCA río Negro*.
- Cornare Grupo de RH. (2021). *Seguimiento anual 2020, al plan de ordenamiento del recurso hídrico PORH y los objetivos de calidad establecidos mediante la resolución N°112-5304 del 26 de octubre de 2016*. https://www.cornare.gov.co/PORH/Informe_Final_Implementacion_PORH_2020final_anexos.pdf
- Cornare Grupo de RH. (2022). *Seguimiento anual 2021 al cumplimiento de la meta global de carga contaminante para los usuarios sujetos al pago de la tasa retributiva por vertimientos puntuales en los cuerpos de agua de la jurisdicción de Cornare quinquenio 2017 - 2021*. <https://www.cornare.gov.co/tasas-retributivas/>
- Cornare Grupo de RH. (2023). *Seguimiento anual 2022, al plan de ordenamiento del recurso hídrico- PORH y los objetivos de calidad establecidos mediante la resolución N°112-5304 del 26 de octubre de 2016*. https://www.cornare.gov.co/PORH/Informe_Final_Implementacion_PORH_2022final_anexos.pdf
- Cornare Grupo de RH. (2024). *Seguimiento anual 2023 al cumplimiento de la meta global de carga contaminante para los usuarios sujetos al pago de la tasa retributiva por vertimientos puntuales en los cuerpos de agua de la jurisdicción de Cornare quinquenio 2022 - 2026*. https://www.cornare.gov.co/instrumentos-economicos/tasas-retributivas/Informe_Anual_Consolidado_Tasa_Retributiva_2023_con_Anexos.pdf
- Decreto 1076 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible], “Por Medio Del Cual Se Expide El Decreto Único Reglamentario Del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible,” Pub. L. No. 1076, Diario Oficial No. 49523 del 26 de mayo de 2015

- (2015). <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Decreto-1076-de-2015.pdf>
- Decreto 1640 Del 2012 [Presidencia de La Republica] Por Medio Del Cual Se Reglamentan Los Instrumentos Para La Planificación, Ordenación y Manejo de Las Cuencas Hidrográficas y Acuíferos, y Se Dictan Otras Disposiciones, Art 18, Pub. L. No. 1640, Diario Oficial 48510 del 2 de agosto (2012).
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=49987
- DNP. (2023). *Reporte de evolución de la revisión de vigencia de normas, tercer trimestre 2023. Observatorio de Mejora Normativa.*
https://www.dnp.gov.co/LaEntidad_/subdireccion-general-
- El Decreto- Ley 2811 de 1974, Por El Cual Se Dicta El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente., Pub. L. No. 2811, Publicado en el Diario Oficial No. 34243 (1974).
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=1551
- Ferney Arias Jiménez. (2022, March 10). Venta de vivienda en el Oriente antioqueño sigue disparada: ¿Quiénes están comprando? *El Colombiano*.
- Gallopín, G. (2003). Sostenibilidad y desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico. *CEPAL - SERIE Medio Ambiente y Desarrollo* , 13–17.
- Galvis, A., Van der Steen, P., & Gijzen, H. (2018). Validation of the three-step strategic approach for improving urban water management and water resource quality improvement. *Water (Switzerland)*, 10(2), 1–18. <https://doi.org/10.3390/w10020188>
- González Forero, R., & Forero, G. (2019). *Agua y saneamiento: desafíos vigentes de la Colombia contemporánea.* <https://ciencia.lasalle.edu.co/ai>
- Hernández Medina, C. A., Báez Hernández, A., & Carrasco Fuentes, M. A. (2022). Evaluación de sostenibilidad en proyectos de desarrollo. *Ingenierías USB Med*, 10(1), 34–39. <https://doi.org/10.21500/20275846.3939>
- Ideam. (2023). *Estudio Nacional del Agua 2022.*
[/https://www.andi.com.co/Uploads/ENA%202022_compressed.pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/ENA%202022_compressed.pdf)
- Isaza Mejía, J., Alexis Correa Villegas, D., & Tatiana Carvajal Mesa, S. (2019). *Concepto Económico Oriente Antioqueño 2019.* <https://ccoa.org.co/wp-content/uploads/2021/01/Concepto-Economico-2020.pdf>
- La Iniciativa Global de Metano (IGM).* (2013). <http://www.epa.gov/climatechange/>
- Ley 1955 Del 2019, Por El Cual Se Expide El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto Por Colombia, Pacto Por La Equidad., Pub. L. No. 1955, Diario Oficial No.

50964 del 25 de mayo (2019).

https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=93970

Ley 2294 de 2023, “Por El Cual Se Expide El Plan Nacional de Desarrollo 2022- 2026 “Colombia Potencia Mundial de La Vida,” Diario Oficial No. 52400 del 19 de mayo (2023).

https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=209510

MADS. (2014a). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.*

https://archivo.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA_DE_POMCAS.pdf

MADS. (2014b). *Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del Recurso Hídrico.* <https://www.researchgate.net/publication/284284105>

MADS. (2021). *Programa nacional de gobernanza de agua Documento técnico de trabajo y avances.* <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/Avance-documento-tecnico-PNGA-octubre-2021.pdf>

Molina Roa, J. (2017). *Los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCA- como determinantes de licencias, permisos y autorizaciones ambientales. El conflicto entre el desarrollo económico y el ordenamiento ambiental del territorio.*

Naciones Unidas Asamblea General. (1987).

ONU, O. de N. unidas. (2022). *Objetivos de desarrollo sostenible. Los ODS En América Latina y El Caribe: Centro de Gestión Del Conocimiento.*

Ordenanza No 42 Del 2023, [Asamblea Departamental de Antioquia] “Por Medio Del Cual Se Adopta El Plan Estratégico Prospectivo Del Departamento, Mediante La Agenda Antioquia 2040,” Pub. L. No. 42 (2023).

<https://antioquia.gov.co/images/ordenanzas/2023/ORDENANZA%2042.pdf>

Ordóñez Díaz, M. M., & Meneses Silva, L. C. (2015). Criterios e indicadores de sostenibilidad en el subsector vial. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 81.

<https://doi.org/10.18359/rcin.1433>

PGAR Cornare. 2014. (n.d.). *Plan de Gestión Ambiental Regional 2014-2032.*

Plan de Desarrollo “UNIDOS POR LA VIDA” 2020-2023. (2020). *Plan de Desarrollo “UNIDOS POR LA VIDA” 2020-2023.*

- PMAR 2020-2050. (2022). *Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales PMAR 2020-2050*. www.minvivienda.gov.co
- Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. (2010). <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Documento compilatorio resolución 330 de 2017, modificada parcialmente por la resolución 799 de 2021*. (2022). <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/abece-compilatorio-rev-sspd-1jalp-1.pdf>
- Resolución 112-5304 Del 2016, [Corporación Autónoma Regional de Las Cuencas de Los Rio Negro y Nare]"Por Medio de La Cual Se Adopta El Plan de Ordenamiento Del Recurso Hídrico – PORH – y Los Objetivos de Calidad de Las Fuentes Receptoras de Vertimientos de Los 26 Municipios de La Jurisdicción de CORNARE, Para El Periodo 2016-2026", Pub. L. No. 112–5304 (2016). <https://www.cornare.gov.co/PORH/PORH-112-5304-2016.pdf>
- Resolución 112-7296-2017 [Corporación Autónoma Regional de Las Cuencas de Los Ríos Negro y Nare]"Por Medio Del Cual Se Aprueba El Plan de Ordenación y Manejo de La Cuenca Hidrográfica Del Río Negro", Pub. L. No. 112-7296–2017 (2017). www.cornare.gov.co/POMCAS/resoluciones/RESOLUCION-RIO-NEGRO.pdf
- Rodríguez Miranda, J. P., García-Ubaque, C. A., & García-Ubaque, J. C. (2016a). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 18(5), 738–745. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n5.54869>
- Rodríguez Miranda, J. P., García-Ubaque, C. A., & García-Ubaque, J. C. (2016b). Waterborne diseases and basic sanitation in Colombia | Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 18(5), 738–745. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n5.54869>
- Salazar-Galán, S., Hernández Atilano, E., & Santos Santos, T. F. (2014). *Guía Técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico*. <https://www.researchgate.net/publication/284284105>
- Superservicios. (2021). *Informe nacional de coberturas de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo 2020*. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/informe_nacional_de_coberturas_de_los_servicios_publicos_aaa_2020_vf_a%20%281%29.pdf

- The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish (1)*. (2023).
- Uhlenbrook, Stefan., & Unesco. (2019). *No dejar a nadie atrás informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019*. UNESCO.
- UNICEF/OMS. (2020). *Estado Mundial del Saneamiento*. www.unicef.org/wash
- Universidad Católica del Oriente. (2016). *Documento Técnico de Soporte – Contrato 201-2014 Formulación PORH-septiembre 2016*. <https://www.cornare.gov.co/plan-de-ordenamiento-del-recurso-hidrico-porh/>
- Westreicher, G. (2020, June 1). *Gobernanza - Qué es, definición y concepto | 2023 | Economipedia*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/gobernanza.html>
- WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>
- Zambrano, B. C. (2013). *Lineamientos para el ordenamiento ambiental del borde sur de la ciudad de Bogotá y para consolidar un área de reserva ambiental*.
- Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, 28, 409–423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>
- Zulaica, L., & Tomadoni, M. (2015). Indicadores de sostenibilidad ambiental en el periurbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 35(2), 195–216. https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2015.v35.n2.50120