

PLAN DE ESTABLECIMIENTO DE BARRERA VIVA

PROYECTO:

**CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y
PLUVIAL DE LA INSPECCIÓN LA UNILLA DEL MUNICIPIO
DEL RETORNO – DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE**

SEPTIEMBRE DE 2025

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	OBJETIVOS, ANTECEDENTES, ALCANCE Y MARCO LEGAL	5
2.2.	OBJETIVOS.....	5
2.2.1.	OBJETIVO GENERAL	5
2.2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
2.3.	ANTECEDENTES.....	5
2.4.	ALCANCE.....	6
2.5.	MARCO LEGAL.....	6
3.	DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....	7
3.1.	LOCALIZACIÓN GENERAL	8
3.2.	LOCALIZACIÓN PUNTUAL.....	8
3.3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	9
4.	CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	10
4.1	ÁREA DE INFLUENCIA	10
4.1.1	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID).....	10
4.1.2	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID).....	11
4.2.	MEDIO BIÓTICO	13
4.2.1.	ECOSISTEMAS TERRESTRES.....	13
4.2.2.	FLORA.....	13
4.2.3.	FAUNA	15
4.3.	MEDIO ABIÓTICO	16
4.3.1.	GEOLOGÍA.....	16
4.3.2.	GEOMORFOLOGÍA	20
4.3.3.	SUELOS	24
4.3.4.	HIDROLOGÍA	30
4.3.5.	HIDROGEOLOGIA	31
5.	BARRERAS VIVAS.....	32
5.3.3.	Espaciamiento entre individuos	43
5.3.4.	Espaciamiento entre hileras.....	43
6.	ESTABLECIMIENTO DE LA BARRERA VIVA.....	44
7.	ACCIONES DE MANTENIMIENTO	46
8.	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS.....	48
9.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	48
10.	CONCLUSIONES	49
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	50
12.	ANEXOS	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad nacional relacionada con la generación de olores ofensivos.	6
Tabla 2. Ecosistemas terrestres de la Cuenca del Río Unilla	13
Tabla 3. Especies de fauna encontradas en la Cuenca del Río Unilla y su grado de vulnerabilidad	15
Tabla 4. Configuración de franjas barrera viva proyecto PTAR Inspección La Unilla	35
Tabla 5. Espaciamiento de individuos.	43
Tabla 12. Cronograma de actividades	49

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica Municipio El Retorno Departamento del Guaviare.....	8
Figura 2. Ubicación Inspección La Unilla Municipio del Retorno Departamento del Guaviare.....	9
Figura 3. Área de influencia directa (100 metros) Proyección PTAR Inspección La Unilla	11
Figura 4. Área de influencia indirecta (300 metros) Proyección PTAR Inspección La Unilla	12
Figura 5. Sitios de colecta de especies vegetales en el Departamento del Guaviare por el Instituto SINCHI	14
Figura 6. Mapa de Geología de acuerdo al Plan de ordenamiento territorial: Departamento del Guaviare convenio Instituto SINCHI	17
Figura 7. Litología puntos de interés IGAC (2014) AID.....	18
Figura 8. Litología puntos de interés IGAC (2014) All	19
Figura 9. Litología puntos de interés IGAC (2014).....	19
Figura 10. Geomorfología (Paisaje): AID Servicio Geológico Colombiano	21
Figura 11. Geomorfología (Paisaje): All Servicio Geológico Colombiano.....	21
Figura 12. Geomorfología (Paisaje): Servicio Geológico Colombiano	22
Figura 13. Geomorfología (Relieve): AID Servicio Geológico Colombiano	22
Figura 14. Geomorfología (Relieve): All Servicio Geológico Colombiano.....	23
Figura 15. Geomorfología (Relieve): Servicio Geológico Colombiano	23
Figura 16. Cobertura Vegetal: AID Servicio Geológico Colombiano	24
Figura 17. Cobertura Vegetal: All Servicio Geológico Colombiano	25
Figura 18. Cobertura Vegetal Servicio Geológico Colombiano	25
Figura 19. Ecosistemas AID Puntos de Interés	26
Figura 20. Ecosistemas All Puntos de Interés	26
Figura 21. Ecosistemas Puntos de Interés	27
Figura 22. Frontera Agrícola Coberturas 2018	28
Figura 23. Uso Potencial del Suelo IGAC.....	29
Figura 24. Capacidad de uso del Suelo IGAC	30
Figura 25. Zonificación Hidrográfica IDEAM Puntos de Interés	30
Figura 26. Provincia Hidrogeológica puntos de interés.....	31
Figura 27. Distanciamiento individuos en la franja herbácea – arbustiva.	34
Figura 28. Distanciamiento individuos en la franja arbustiva.	34
Figura 29. Distanciamiento individuos en la franja arbórea.	35
Figura 27. Configuración de franjas barrera viva proyecto PTAR Inspección La Unilla.	36
Figura 28. Vista general de Cupania americana.....	37
Figura 29. Vista general de Guarea guidonia.	38
Figura 29. Vista general de Simarouba amara.	39
Figura 29. Vista general de Swinglea glutinosa	40
Figura 29. Vista general de Cestrum nocturnum.	41
Figura 29. Vista general de Cymbopogon citratus.....	42

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento aborda el plan de establecimiento de barrera arbórea del Alcantarillado Sanitario y Pluvial de la Inspección La Unilla del municipio del Retorno, departamento del Guaviare. Durante décadas, esta región ha enfrentado bajos niveles de cobertura en servicios y saneamiento básico, especialmente en sus zonas rurales y centros poblados. Esta problemática se debe, principalmente, a la falta de infraestructura adecuada y al atraso en la implementación de obras que cumplan con los estándares técnicos necesarios para la prestación eficiente de los servicios públicos y alcantarillado.

El Plan de Establecimiento de la Barrera Arbórea se formula como una acción complementaria al Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto de construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en la inspección La Unilla. Este plan tiene como propósito detallar los criterios técnicos, ecológicos y operativos para la implementación de una franja vegetal perimetral en el área de influencia directa de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), en cumplimiento de las medidas de manejo definidas previamente en el PMA

El presente documento integra principios de ingeniería con directrices de gestión ambiental, buscando además valorar económicamente las acciones requeridas para conservar el entorno natural del área intervenida y minimizar las alteraciones ambientales y socioeconómicas existentes. En cuanto a la jurisdicción ambiental, el área de estudio se encuentra en el municipio de El Retorno, departamento del Guaviare, bajo la competencia de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA). Los permisos ambientales correspondientes serán tramitados ante esta entidad.

Como parte de las medidas de manejo ambiental propuestas, se contempla el establecimiento de una barrera arbórea perimetral en el área de influencia directa de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Esta acción se enmarca en el programa de manejo paisajístico y control de impactos visuales, atmosféricos y ecológicos.

Las barreras arbóreas, también conocidas como cercas vivas o cortavientos, son estructuras vegetales conformadas por alineaciones de especies arbóreas y arbustivas, diseñadas para cumplir funciones ecológicas, paisajísticas y de control ambiental. Estas estructuras ofrecen múltiples beneficios: protegen el suelo contra la erosión, conservan la humedad, favorecen el ciclaje de nutrientes, mejoran la calidad del aire, regulan la temperatura, y funcionan como corredores biológicos (Mejía Higuera, 2020). En contextos de infraestructura como el de la PTAR, cumplen además un papel clave en la atenuación de olores y ruidos, la retención de material particulado, y la integración paisajística de la obra con el entorno natural, especialmente en zonas de alta sensibilidad ecológica como el piedemonte amazónico.

Su implementación responde directamente a los objetivos del PMA, en particular a la necesidad de definir e implementar medidas de manejo ambiental orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos socioambientales derivados de la ejecución del proyecto. Además, se fundamenta en los principios de revegetalización y compensación establecidos en la Resolución 0799 de 2021, y en las recomendaciones técnicas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para proyectos de infraestructura en zonas de transición ecológica.

2. OBJETIVOS, ANTECEDENTES, ALCANCE Y MARCO LEGAL

2.2. OBJETIVOS

2.2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar la barrera arborea perimetreal en el área de intervención de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Inspección La Unilla, municipio el Retorno, Guaviare, como medida de manejo ambiental orientada a mitigar los impactos visuales y atmosféricos. Así como promover la integración paisajística de la infraestructura con el entorno natural.

2.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Definir los criterios técnicos y ecológicos para la selección de especies vegetales, considerando su adaptabilidad y funcionalidad ambiental.
- Delimitar el área de intervención para el establecimiento de la barrera arborea, garantizando la compatibilidad con la infraestructura asociada a la PTAR.
- Describir las actividades operativas necesarias para la preparación del terreno, siembra y mantenimiento requeridos.
- Establecer parámetros de diseño como densidad de siembra, espaciamiento, altura esperada y distribución espacial.

2.3. ANTECEDENTES

El municipio de El Retorno, en el departamento del Guaviare, y en particular la inspección La Unilla, ha enfrentado históricamente deficiencias en la cobertura de servicios de saneamiento básico, lo que ha generado impactos ambientales significativos y riesgos para la salud pública. La ausencia de un sistema adecuado de alcantarillado ha derivado en la disposición inadecuada de aguas residuales, incrementando los niveles de contaminación en el suelo y los cuerpos hídricos, y afectando tanto al entorno natural como a las condiciones de vida de la comunidad.

Con el propósito de dar solución a esta problemática, se formuló el proyecto de construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en la inspección La Unilla, orientado a mejorar la calidad de vida de los habitantes, garantizar un manejo adecuado de las aguas residuales y contribuir al saneamiento ambiental del área de influencia. Este proyecto fue diseñado siguiendo los lineamientos técnicos establecidos en la Resolución 0330 de 2017, la Resolución 0799 de 2021 y la Resolución 0844 de 2018, normatividad que define los requisitos para los sistemas de acueducto y alcantarillado en Colombia.

En materia ambiental, el proyecto cuenta con un Plan de Manejo Ambiental (PMA) previamente elaborado, sustentado en la Ley 99 de 1993, el Decreto 1076 de 2015 y los lineamientos de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA), autoridad ambiental competente en la región. Este instrumento establece las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos ambientales durante las fases de construcción, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.

Como parte de las medidas definidas en el PMA, se identificó la necesidad de implementar una barrera arbórea perimetral en el área de influencia directa de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), con el fin de mitigar impactos visuales, atmosféricos y ecológicos, y de promover la integración paisajística de la infraestructura con el entorno natural. El presente documento desarrolla de manera específica el Plan de Establecimiento de la Barrera Arbórea, detallando los criterios técnicos, ecológicos y operativos para su diseño, implementación y seguimiento.

2.4. ALCANCE

El presente documento desarrolla el Plan de Establecimiento de la Barrera Arbórea como medida de manejo ambiental del proyecto de construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en la inspección La Unilla, municipio El Retorno, Guaviare. Su alcance comprende la formulación técnica, operativa y normativa de las actividades necesarias para la implementación de una franja vegetal perimetral en el área de influencia directa de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

2.5. MARCO LEGAL

A continuación, se presenta la normatividad nacional aplicable a la implementación del presente documento :

Tabla 1. Normatividad nacional relacionada con la generación de olores ofensivos.

Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Ley 9 de 1979	Ministerio de Salud	Código de medidas sanitarias	Art 10 – 21: Residuos líquidos. Art 22 – 35: Residuos sólidos. Art 198 – 200: Saneamiento de edificaciones y manejo de residuos. Art 237 y 238: Almacenamiento de basuras.
Ley 1220 de 2008	Ministerio de Protección Social, Ministerio del Interior y de Justicia	Aumento de penas para los delitos contra la Salud Pública	Art 1: Penas por violación de medidas sanitarias. Art 4: Penas por contaminación de aguas.
Ley 1453 de 2011	Ministerio de Protección Social, Ministerio del Interior y de Justicia, Ministerio de Defensa Nacional	Reforma al Código Penal, el Código de Procedimiento Penal, el Código de Infancia y Adolescencia, las reglas sobre extinción de dominio y disposiciones en materia de seguridad	Art 332: Contaminación Ambiental: El que con incumplimiento de la normatividad existente provoque, continúe o realice emisiones, vertimientos, radiaciones, ruidos, depósitos o disposiciones al aire, atmósfera o demás componentes ambientales, así como al suelo, subsuelo o aguas, incurrirá en prisión de 4 a 9 años y multa de 100 a 50.000 salarios mínimos legales mensuales vigentes.
Decreto 1594 de 1984	Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura	Reglamentación técnica sobre el manejo de los usos del agua y residuos líquidos	Art 85: Criterios ambientales para destinación del recurso a preservación, caudales, paisaje y recreación. Art 84: Vertimientos regulados bajo prevención, corrección y compensación. Art 74: Residuos líquidos solo podrán verterse si cumplen normas técnicas de calidad del efluente. Art 42: Prohibición de vertimientos con sustancias tóxicas superiores a lo permitido, espumas y desechos pecuarios.
Decreto 4741 de 2005	Ministerio de Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Transporte	Reglamentación parcial de la prevención y manejo de residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral	Art 5: Clasificación de residuos o desechos peligrosos según peligrosidad. Art 7: Caracterización físico-química de residuos generados. Art 10: Obligaciones del generador. Art 14: Obligaciones del fabricante o importador de productos químicos

Fuente: Consultor 2025

AUTORIDAD AMBIENTAL			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de Interés
Decreto – Ley 2811 de 1974	Presidencia de la República	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	Art. 34: Manejo de residuos. Art. 74: Descargas a la atmósfera. Art. 75: Prevención de contaminación atmosférica. Art. 134: Control de aguas que se conviertan en focos de contaminación.
Ley 99 de 1993	Ministerio de Ambiente	Sistema Nacional Ambiental	Art. 5: Funciones del Ministerio de Ambiente: regular condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, establecer límites máximos permisibles, etc. Art. 31: Funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales.
Ley 253 de 1996	Ministerio de Ambiente y Ministerio de Relaciones Exteriores	Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación	Art. 4: Obligaciones generales: adoptar medidas para minimizar y controlar desechos peligrosos.
Ley 1252 de 2008	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos	Art. 2: Principios de manejo de residuos peligrosos. Art. 4: Prohibición de importación de desechos peligrosos. Art. 12: Obligaciones del generador. Art. 15: Hidrocarburos de desecho.
Decreto 3930 de 2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamentación de los usos del agua y de los residuos líquidos	Art. 25: Actividades no permitidas. Art. 43: Evaluación ambiental del vertimiento. Art. 44: Plan de gestión del riesgo.
Decreto 2820 de 2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamentación de Licencias Ambientales	Art. 9: Proyectos sujetos a licencia. Condiciones de operación, construcción y funcionamiento.
Resolución 1433 de 2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamentación sobre PSIVM y manejo de vertimientos	Art. 1: Definición del PSIVM. Art. 4: Contenido mínimo del PSIVM.
Resolución 1433 de 2005	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamentación de Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos	Empresas prestadoras del servicio deben presentar un PSIVM.
Resolución 909 de 2008	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera	Art. 2: Conversión a tecnologías limpias. Art. 3: Estándares en emisiones. Art. 6: Actividades industriales que requieren control. Art. 43 a 50: Estándares de emisión. Art. 54 a 65: Control y monitoreo. Art. 66 a 85: Otras disposiciones.
Resolución 610 de 2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Modificación de la norma nacional de calidad del aire (Res. 601/2006)	Art. 3: Niveles máximos permisibles para contaminantes.
Proyecto de Norma	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Niveles permisibles de inmisión y límites de emisión de sustancias de olores ofensivos	Art. 2: Aplicación general. Art. 4: Recepción y gestión de quejas. Art. 5: Niveles permisibles. Art. 6: Actividades industriales generadoras de olores. Art. 7: Establecimientos sujetos a control. Art. 8: Prohibiciones. Art. 9 a 12: Métodos de medición. Art. 13 a 17: Límites permisibles. Art. 18 a 22: Control en áreas contaminadas.

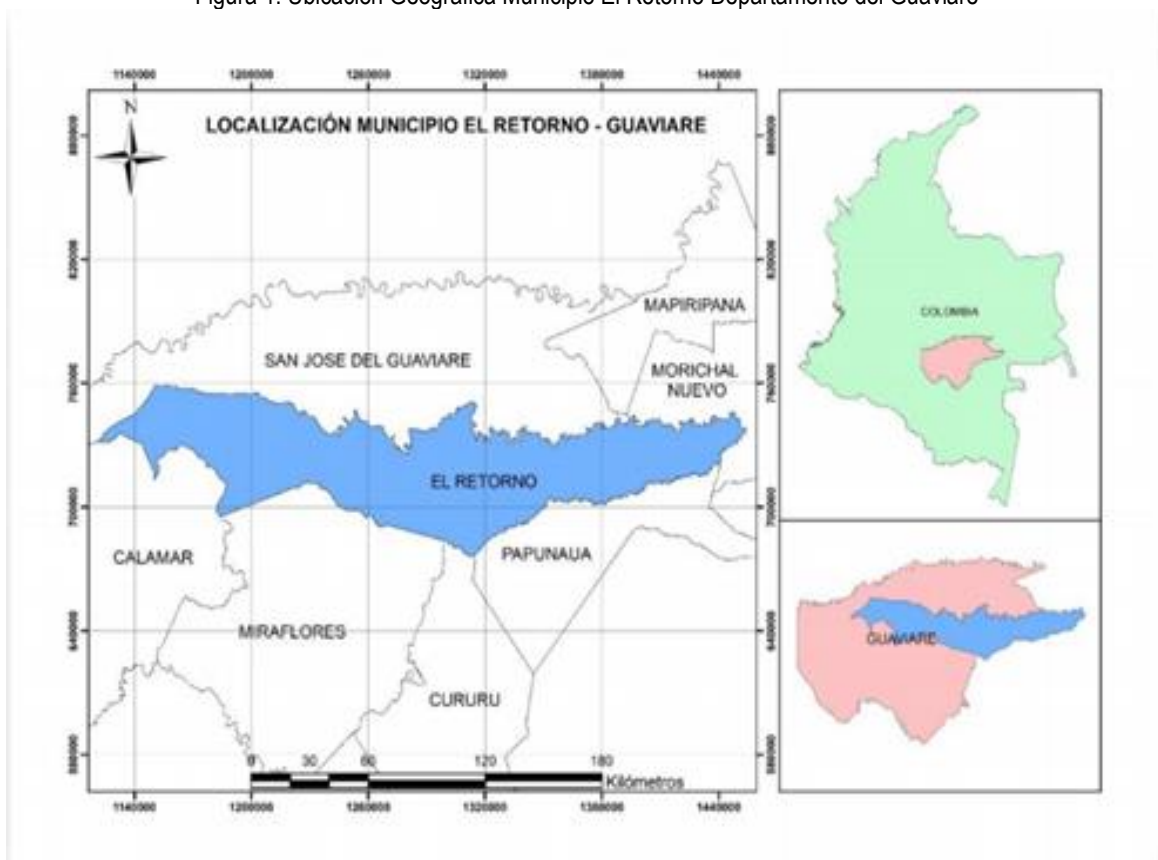
Fuente: Consultor 2025

3. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

El municipio de El Retorno es un territorio amazónico que forma parte del departamento del Guaviare. Este departamento se localiza en el suroriente de Colombia y limita al norte con los departamentos del Meta y Vichada, separados por el río Guaviare; al oriente con los departamentos de Guainía y Vaupés; al occidente con los departamentos de Caquetá y Meta; y al sur con los departamentos de Vaupés y Caquetá (Alcaldía Municipal de El Retorno, 2020).

Figura 1. Ubicación Geográfica Municipio El Retorno Departamento del Guaviare



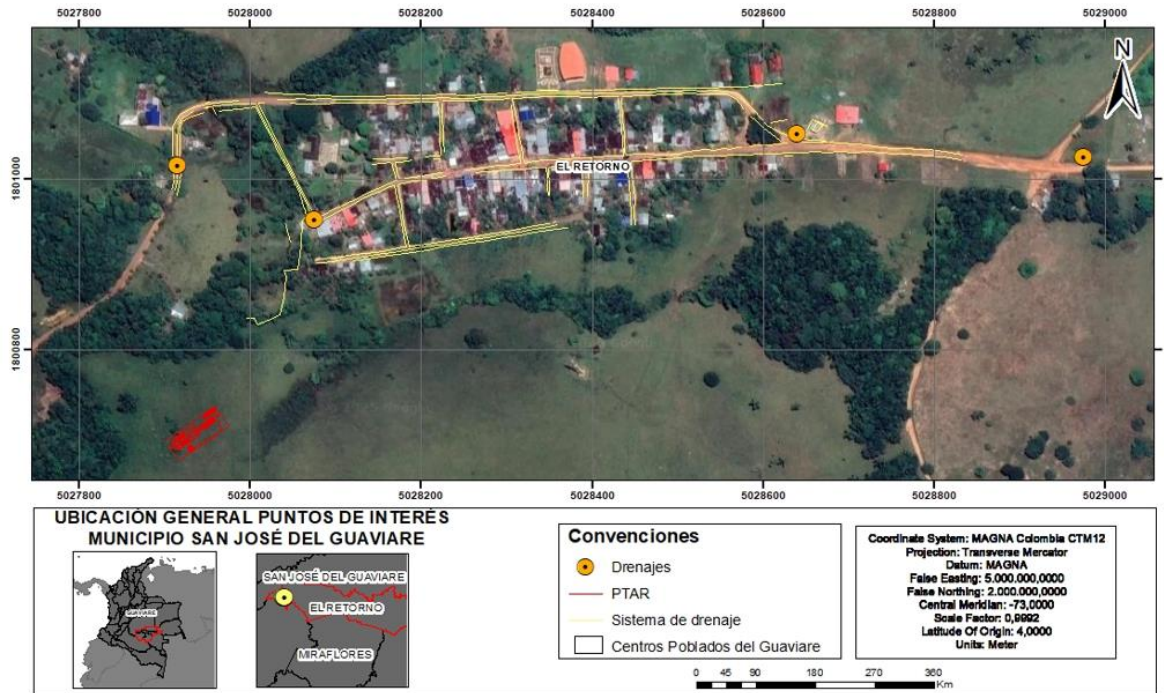
Fuente: Consultor 2025

3.2. LOCALIZACIÓN PUNTUAL

El proyecto se desarrollará en el departamento del Guaviare, dentro de la jurisdicción del municipio de El Retorno, específicamente en la inspección La Unilla, ubicada en las coordenadas geográficas Latitud 2.199453° y Longitud -72.739408°, a una altitud media de 253 msnm. La autoridad ambiental competente en el área es la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA), entidad responsable de la evaluación, seguimiento y control ambiental del proyecto.

La inspección La Unilla se localiza en la zona occidental del municipio de El Retorno, el cual se sitúa en la parte central del departamento del Guaviare. La distancia aproximada entre esta inspección y la ciudad de Bogotá, capital del país, es de 420 km. Su temperatura media es de 25 °C.

Figura 2. Ubicación Inspección La Unilla Municipio del Retorno Departamento del Guaviare



Fuente: Consultor 2025

3.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente documento corresponde al *Plan de Establecimiento de la Barrera Arbórea* en el área de influencia directa de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la inspección La Unilla, ubicada en el municipio El Retorno, departamento del Guaviare. Esta medida forma parte de las acciones de manejo ambiental definidas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) previamente elaborado para el proyecto de construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en dicha inspección.

El proyecto de alcantarillado fue formulado con el objetivo de mejorar las condiciones de saneamiento básico en una zona históricamente afectada por la ausencia de infraestructura adecuada, lo que ha generado impactos ambientales significativos y riesgos para la salud pública. El diseño del sistema incluye componentes técnicos para la recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales, conforme a los lineamientos establecidos en la Resolución 0330 de 2017, la Resolución 0799 de 2021 y la Resolución 0844 de 2018.

La barrera arbórea propuesta busca mitigar los impactos visuales, atmosféricos y ecológicos generados por la presencia y operación de la PTAR, mediante la implementación de una franja vegetal escalonada compuesta por tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. Esta estructura permitirá mejorar la integración paisajística de la infraestructura con el entorno natural, reducir la dispersión de olores y material particulado, y fortalecer la conectividad ecológica.

El diseño técnico contempla criterios de selección de especies nativas, adaptabilidad edáfica, funcionalidad ambiental y bajo requerimiento de mantenimiento, así como parámetros de densidad, espaciamiento y distribución espacial. Las actividades de preparación del terreno, siembra, mantenimiento y monitoreo serán ejecutadas conforme a un cronograma operativo.

4. CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

4.1 ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia general del proyecto corresponde al territorio donde se desarrollan las actividades del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial de la inspección La Unilla, municipio de El Retorno, departamento del Guaviare. Esta zona se encuentra dentro de un contexto amazónico caracterizado por su riqueza en recursos hídricos, ecosistemas de selva húmeda tropical y una alta diversidad biológica, así como por la presencia de comunidades rurales que dependen directamente de estos recursos naturales para su subsistencia.

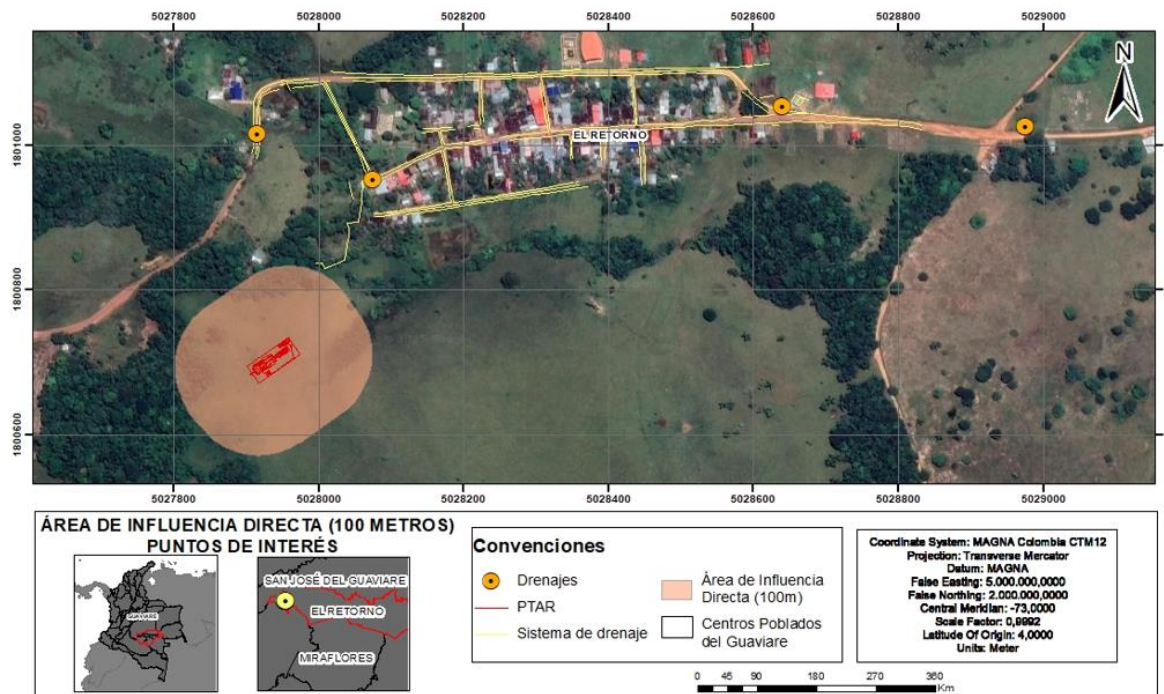
La delimitación del área de influencia general considera tanto el espacio físico en el cual se ejecutará el proyecto como el entorno ambiental y socioeconómico que podría verse afectado de manera directa o indirecta durante la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura. En este sentido, abarca los componentes físicos (suelo, agua, aire), bióticos (flora y fauna) y sociales (población, economía local y actividades productivas) presentes en el territorio del municipio de El Retorno.

4.1.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

El Área de Influencia Directa (AID) del proyecto de alcantarillado sanitario, pluvial y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se delimitó a partir del espacio físico destinado a la construcción de la PTAR y de la infraestructura asociada, considerando los impactos inmediatos que pueden generarse durante su construcción y operación. Para su definición, se adoptó una franja de afectación de 100 metros alrededor de la infraestructura proyectada.

Esta delimitación permitió identificar los predios, coberturas, ecosistemas, estructuras rurales, urbanas y actores sociales que podrían verse directamente afectados o involucrados en el desarrollo del proyecto. El AID constituye el área prioritaria para la caracterización de los componentes físico, biótico y socioeconómico, así como para la formulación e implementación de las medidas de manejo ambiental y de los mecanismos de seguimiento y control en las diferentes fases del proyecto.

Figura 3. Área de influencia directa (100 metros) Proyección PTAR Inspección La Unilla



Fuente: Consultor 2025

El plano anterior muestra la delimitación del Área de Influencia Directa (AID) correspondiente a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) proyectada en la inspección La Unilla, municipio de El Retorno, departamento del Guaviare. El AID fue definido mediante una franja de 100 metros alrededor de la infraestructura, señalada en el mapa con un polígono sombreado en color marrón.

Se proyecta la localización de la PTAR en el sector suroccidental de la inspección, sobre un área de cobertura principalmente de pastizales y zonas abiertas, con presencia de fragmentos de vegetación natural en la parte sur y oriental. El entorno inmediato corresponde a predios rurales con bajo nivel de urbanización.

El plano incorpora además el sistema de drenaje proyectado, representado por líneas amarillas que recorren el área urbana de la inspección La Unilla y confluyen en el punto de ubicación de la PTAR. Se identifican también cuatro puntos estratégicos de drenaje, señalados con íconos circulares, los cuales constituyen los principales colectores del sistema.

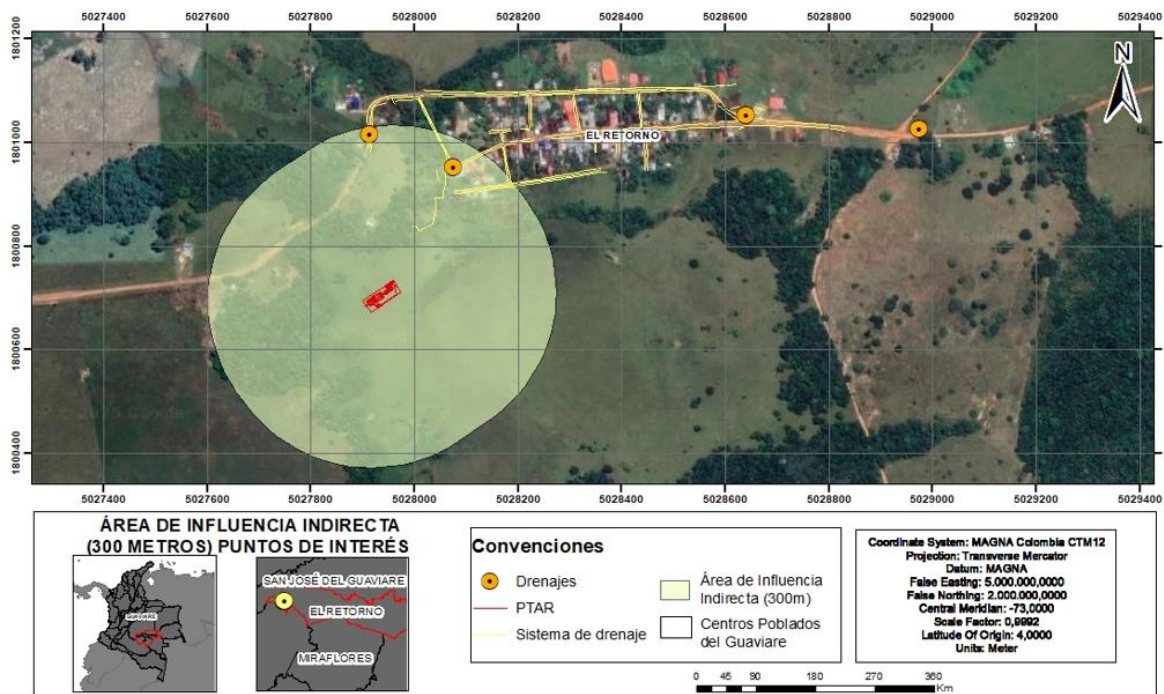
En conclusión, se evidencia que el AID comprende un entorno de influencia inmediata a la PTAR, caracterizado por coberturas rurales y baja densidad de ocupación, donde los impactos directos del proyecto serán más notorios y requerirán de medidas de manejo específicas.

4.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

El Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto se delimitó mediante la definición de una franja de 300 metros alrededor de la zona proyectada para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Esta área incluye el entorno que, si bien no se ve impactado de manera directa por las obras, sí puede experimentar efectos secundarios o colaterales derivados de la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura.

Dentro del AII se consideran factores como la modificación de dinámicas sociales, cambios en la movilidad, posibles alteraciones en la percepción de la comunidad, y efectos indirectos sobre los recursos naturales y ecosistemas presentes en el área de influencia ampliada. La delimitación permite, además, identificar barrios, predios, cuerpos de agua y actores sociales que, aunque no se encuentren dentro del área de intervención inmediata, podrían verse involucrados en mayor o menor medida por las actividades del proyecto.

Figura 4. Área de influencia indirecta (300 metros) Proyección PTAR Inspección La Unilla



Fuente: Consultor 2025

El plano anterior presenta la delimitación del Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto de alcantarillado sanitario, pluvial y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en la inspección La Unilla, municipio de El Retorno, departamento del Guaviare. El AII se definió mediante una franja de 300 metros alrededor del área proyectada para la PTAR, representada en el mapa con un polígono sombreado en color verde claro.

Este perímetro incluye tanto sectores rurales con coberturas de pastizales y zonas abiertas, como áreas cercanas al núcleo urbano de la inspección La Unilla. En el entorno se evidencian predios destinados a actividades agropecuarias, fragmentos de vegetación natural y parte del tejido urbano del centro poblado, lo cual refleja la interacción entre dinámicas rurales y urbanas en el área de influencia ampliada.

En el plano se identifica también el sistema de drenaje proyectado (líneas amarillas) que recorre la inspección y conecta con la ubicación de la PTAR, junto con cuatro puntos estratégicos de drenaje señalados con íconos circulares. La cercanía del AII con las zonas residenciales y productivas del centro poblado hace necesario considerar impactos indirectos relacionados con movilidad, calidad ambiental, percepción social y posibles afectaciones sobre los recursos naturales.

En conclusión, el AI constituye un espacio clave para evaluar impactos ambientales y sociales de carácter indirecto, los cuales, aunque menos intensos que en el AID, requieren medidas de gestión que aseguren la sostenibilidad del proyecto y su aceptación comunitaria.

4.2. MEDIO BIÓTICO

4.2.1. ECOSISTEMAS TERRESTRES

De acuerdo al Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Unilla departamento del Guaviare, (POMCA), En la Cuenca Hidrográfica del Río Unilla, la mayor unidad de ecosistemas con presencia en el territorio son los bosques naturales. En sí, las tres unidades de ecosistemas boscosos presentan en total el 86% del área total del proyecto, siendo altamente representativa la unidad ecológica de Bosques Naturales del Zonobioma Húmedo Tropical de la Amazonía y Orinoquía.

Tabla 2. Ecosistemas terrestres de la Cuenca del Río Unilla

ITEM	ECOSISTEMA	AREA (Has)	PONDERACION (%)
1	Bosques naturales del helobioma Amazonia y Orinoquia	11989.4	5.02%
2	Bosques naturales del litobioma de la Amazonia y Orinoquia	2217.9	0.93%
3	Bosques naturales del zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	192720.3	80.75%
4	Pastos del helobioma Amazonia y Orinoquia	334.6	0.14%
5	Pastos del litobioma de la Amazonia y Orinoquia	1917.4	0.80%
6	Pastos del zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	28664.6	12.01%
7	Vegetación secundaria del zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	833.3	0.35%
AREA TOTAL CUENCA RIO UNILLA		238677.45	100%

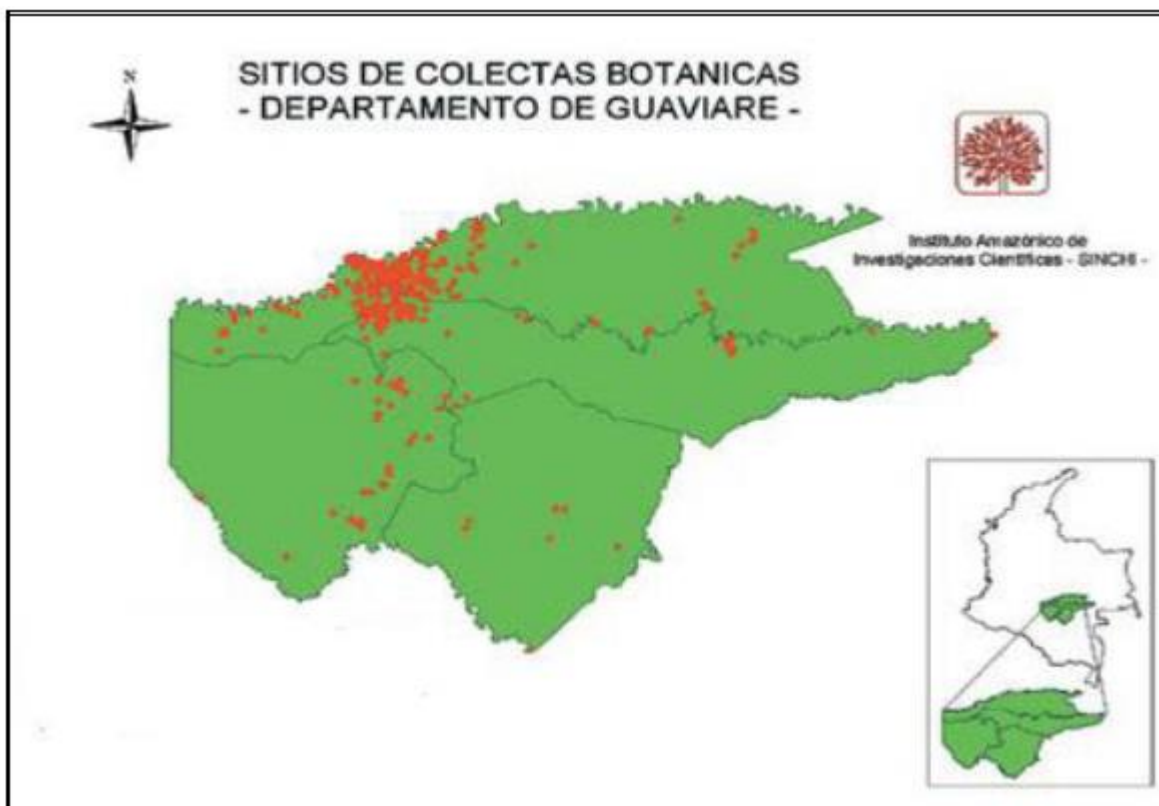
Fuente: Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Unilla departamento del Guaviare, POMCA 2011

4.2.2. FLORA

Para el presente documento se tomó como referencia información secundaria proveniente del *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Unilla: POMCA (2011)*, considerada como fuente oficial y verídica de la zona de estudio.

En el área de influencia de la cuenca del río Unilla se dispone de pocos estudios específicos sobre diversidad florística. La mayor parte de la información se concentra en investigaciones desarrolladas por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas: SINCHI y algunos estudios complementarios, principalmente en los municipios de San José del Guaviare y El Retorno.

Figura 5. Sitios de colecta de especies vegetales en el Departamento del Guaviare por el Instituto SINCHI



Fuente: Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Unilla departamento del Guaviare, POMCA 2011

De acuerdo con los 314 levantamientos florísticos realizados por el Instituto SINCHI, se consolidó un registro de 19.534 individuos, de los cuales 3.716 corresponden a palmas y 15.817 a árboles, agrupados en 851 especies pertenecientes a 72 familias. Dichos levantamientos se distribuyeron en 290 inventarios en unidades de bosque, 10 en sabanas y 14 en arbustales.

En cuanto a la composición, las familias más representativas son:

- Mimosaceae
- Moraceae
- Melastomataceae
- Lauraceae
- Fabaceae

La información analizada refleja un alto grado de intervención en los bosques del departamento del Guaviare, evidenciado en la reducción de coberturas naturales y la presión por actividades antrópicas. Sin embargo, es importante tener en cuenta algunos aspectos al evaluar estos resultados: la mayoría de los inventarios se realizaron en la Zona de Reserva Campesina, mientras que solo una pequeña proporción corresponde a la Reserva Forestal de la Amazonía, un sector con menor nivel de investigación y por tanto con vacíos de información en su caracterización florística.

4.2.3. FAUNA

En la región específica de la Cuenca del Río Unilla, son pocos los estudios de fauna que se han llevado a cabo, siendo escaso el desarrollo de inventarios de diversidad de especies y aun así desconocidos o nulos los estudios para determinar densidades poblacionales de las determinadas especies faunísticas.

En este sentido se determinó la información proveniente del listado de especies amenazadas bajo lo establecido en el Decreto 383 del 23 de febrero de 2010, donde se expresa la categoría de amenaza de cada especie. Es importante resaltar que, en las especies de interés particular para el aprovechamiento sostenible, se deben promover investigaciones sobre el comportamiento de la dinámica poblacional, con el fin de determinar estrategias para el aprovechamiento sostenible de la fauna.

Tabla 3. Especies de fauna encontradas en la Cuenca del Río Unilla y su grado de vulnerabilidad

CLASE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CATEGORIA DE AMENAZA
ARTROPODOS	<i>Pamphobeteus ferox</i>	Tarántula	EN
	<i>Tytius engelkey</i>	Alacrán	VU
RAJIFORMES	<i>Potamotrygon yepezi</i>	Raya, raya de río	VU
PECES	<i>Prochilodus reticulatus</i>	Bocachico	VU
	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Valentón (Guaviare, Orinoquia),	EN
	<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	Dorado (Orinoco, Amazonas, Caquetá, Guaviare)	EN
	<i>Brachyplatystoma juruense</i>	Apuy (Guaviare), Manta negra, Camisa rayada (Amazonas, Caquetá), Siete babas (Putumayo), Rayado, Camiseta	VU
	<i>Brachyplatystoma vailanti</i>	Blancopobre (Caquetá), Pirabutón (Amazonas, Caqueta, Putumayo), Capaz, Pujón (Guaviare)	EN
	<i>Goslinia platynema</i>	Baboso (Amazonas, Putumayo, Caqueta, Guaviare)	EN
	<i>Paulicea luetkeni</i>	Saliboro, Amarillo (Guaviare, Caquetá, Amazonas),	EN
	<i>Pimelodus coprophagus</i>	Mierderito, Bagre	VU
	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Cuenca Magdalena)	Pintado, pintadillo rayado (Amazonas, Putumayo y Guaviare),	CR
	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Cuenca Orinoquia y Amazonia)	Tigre, rayado (Meta), Bagre rayado, pintadillo (Caquetá), Pintado, pintadillo rayado (Amazonas, Putumayo y Guaviare), Pintadillo tigre (Magdalena) y Surubín (Amazonas)	EN
REPTILES	<i>Trachemys scripta ca. ornata</i>	Hicotea	VU
	<i>Podocnemis unifilis</i> (Amazonia)	Terecay, terecaya, taricaya, capitari	EN
	<i>Geochelone carbonaria</i>	Morrocayo, morocoyo	CR
	<i>Geochelone denticulata</i> (Orinoquia, Escudo Guayanés)	Morrocayo, morocoyo, motelo, jabuti, cágado	EN
AVES	<i>Ortalis erythroptera</i>	Guacharaca	VU
MAMÍFEROS	<i>Myrmecophaga tridactyla artata</i>	Oso Horniguero Palmero	VU
	<i>Priodontes maximus</i>	Armadillo Gigante u Ocarro	EN
	<i>Alouatta palliata</i>	Aullador Negro	VU
	<i>Aotus brumbacki</i>	Mico de Noche Llanero	VU
	<i>Lagothrix lagothricha lugens</i>	Churuco	VU
	<i>Callicebus cupreus</i>	Mico tocón	VU

	<i>discolor</i>		
	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria, Lobito de Río	VU
	<i>Leopardus tigrinus pardinoides</i>	Tigrillo gallinero, Tigrillo, Oncilla	VU
	<i>Panthera onca centralis</i>	Jaguar, Tigre real, Tigre mariposo	VU

Fuente: Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Unilla departamento del Guaviare, POMCA 2011

4.3. MEDIO ABIÓTICO

El medio abiótico constituye la base física y natural sobre la cual se desarrolla el proyecto y sobre la que interactúan los componentes bióticos y socioeconómicos del entorno. Su análisis permite comprender las condiciones del territorio y establecer los posibles impactos asociados a la construcción y operación del sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales: PTAR.

En este apartado se describen las principales características ambientales relacionadas con el clima, geología, geomorfología, suelos, hidrogeología, hidrología superficial, calidad de agua, aire y ruido, entre otros factores físicos relevantes.

El área de influencia del proyecto se encuentra en el municipio de El Retorno, departamento del Guaviare, dentro de una zona de transición entre la Orinoquía y la Amazonía, lo cual determina un entorno natural de alta sensibilidad ambiental. Estas condiciones hacen necesario evaluar con detalle las características del medio físico, ya que de ellas dependen aspectos críticos como la estabilidad del terreno, la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, y la capacidad de soporte ambiental del territorio frente a las actividades proyectadas.

La caracterización del medio abiótico se realizó a partir de información secundaria proveniente de estudios oficiales como el POMCA de la cuenca del río Unilla, el IGAC, IDEAM, Servicio Geológico Colombiano SGC entre otros, complementada con observaciones de campo y cartografía técnica, de manera que se garantice un panorama integral de las condiciones físicas del área de estudio.

Este análisis permitirá identificar las vulnerabilidades y restricciones ambientales del entorno, así como orientar la definición de medidas de manejo y seguimiento que aseguren la prevención, mitigación o corrección de los impactos asociados al proyecto.

4.3.1. GEOLOGÍA

En el departamento del Guaviare, se distinguen cinco (5) unidades geológicas establecidas por rocas de variada composición y diverso origen, desde sedimentarias del Cuaternario, hasta las ígneo-metamórficas del Precámbrico. Las unidades geológicas, según el estudio Radargramétrico del Amazonas PRORADAM son:

El Complejo Migmatítico de Mitú (PPta)
Formación Araracuara (Pzim)
Sienita Nefelínica de San José del Guaviare (Pzig)
Sedimentos del Terciario Superior (Ngc)
Los depósitos aluviales recientes a subrecientes (Qal).

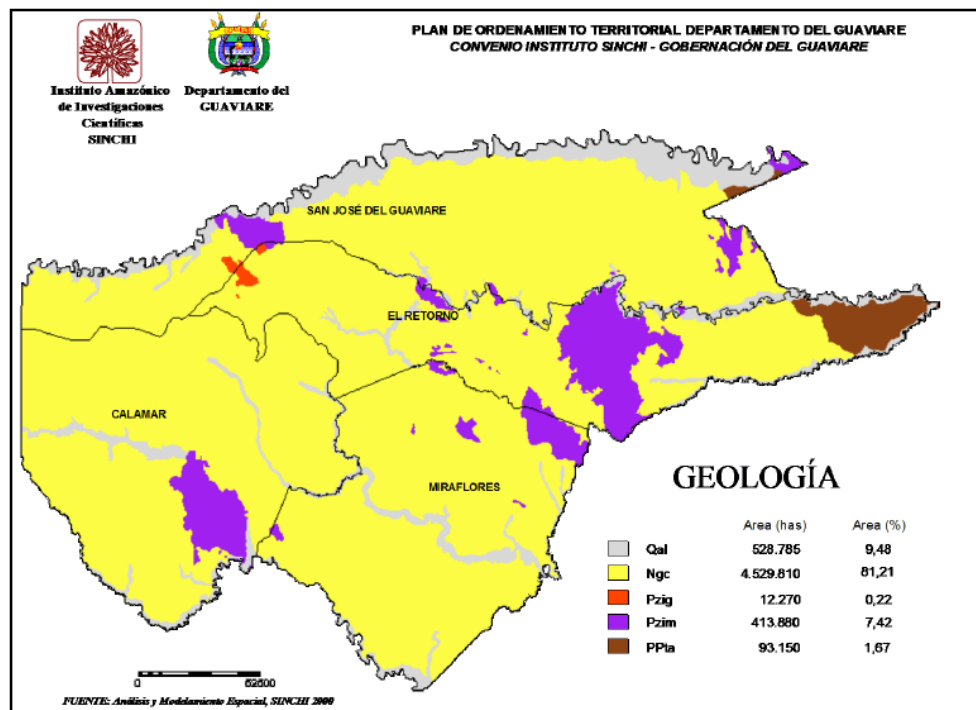
En el caso específico del Río Unilla se presentan la formación de suelos de sedimentos del terciario superior (Ngc), siendo la unidad de mayor predominancia; la formación de Depósitos aluviales recientes a subrecientes (Qal) en las llanuras cercanas al Río Unilla; y la formación Sienita Nefelínica en el Nacimiento del Río.

La formación geológica más predominante son los Sedimentos del Terciario superior, conocidos también como grupo arenoso de Mariname; caracterizado por ser una extensa y heterogénea área de depósitos continentales, correspondientes a ambientes de ríos trenzados en su inicio y posteriormente meándricos, con patrón de drenaje dendrítico, valles en forma de U y colinas redondeadas y discontinuas, con una topografía plana a ondulada. Los estratos inferiores son más heterogéneos en toda el área, el resto presenta capas de arcillas de diferentes colores (rojo, amarillo, blanco), con lentes de lignito del Mioceno en algunos lugares y en otros (especialmente al Sur-Occidente) areniscas poco consolidadas en una matriz ferruginosa. Se ha establecido con base en estudios de edad de polén que estos materiales pertenecen al Oligoceno e inicios del Mioceno.

Los Depósitos Aluviales son las formaciones más jóvenes (Holoceno), pertenecen al Cuaternario y representan los sedimentos no consolidados de diferente granulometría (limo, arcilla, grava) que han sido transportados por los ríos (de origen fluvial) y depositados en sus riberas. Estos se extienden a lo largo de los principales ríos como el Guaviare, Itilla, Unilla, Vaupés, Inírida, Papunaua. Esta unidad ocupa el 9,48% del territorio, equivalentes a 528.785 has aproximadamente.

La Sienita Nefelinica de San José del Guaviare del Paleozoico, forma una serie de pequeñas colinas ubicadas en las veredas Nuevo Tolima, Cerritos y El Capricho. Es una roca plutónica compuesta esencialmente por feldespato alcalino y esfena. Esta roca es holocristalina con textura fanerítica en la cual los feldespatos y la biotita son observables con lupa; bajo el microscopio se aprecian feldespatos de potasio, principalmente microclina. Es común encontrar pertitas en las que la fase sódica está casi en igual proporción que la fase potásica. La nefelina aparece como cristales gruesos con pequeñas inclusiones de biotita y de carbonatos. Este tipo de roca (en la tierra firme) origina suelos con una fertilidad potencial mayor, dada su composición mineralógica.

Figura 6. Mapa de Geología de acuerdo al Plan de ordenamiento territorial: Departamento del Guaviare convenio Instituto SINCHI



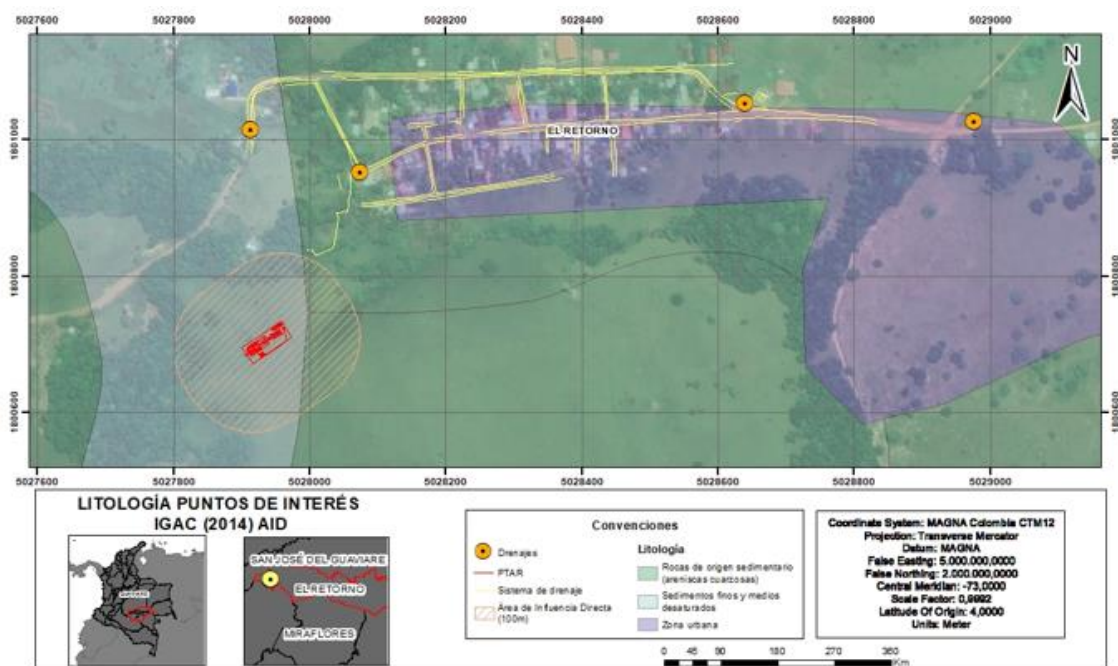
Fuente: Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Unilla departamento del Guaviare, POMCA 2011

En resumen, los suelos de la Cuenca Hidrográfica del Río Unilla, se caracterizan por presentar bajos niveles de fertilidad natural, una alta fragilidad a procesos erosivos y una alta dependencia del sistema boscoso en el aporte de Materia Orgánica por medio del proceso natural de reciclaje de nutrientes. El manejo productivo de estos suelos definitivamente debe presentar un fuerte componente de agricultura orgánica y agroforestería que permita determinar aspectos de equilibrio para un desarrollo sostenible¹.

LITOLOGÍA

La litología del área de estudio corresponde principalmente a formaciones de origen sedimentario, donde predominan las areniscas cuarzosas y los depósitos de sedimentos finos y medios desaturados, según la cartografía del IGAC (2014). Estas unidades geológicas determinan en gran medida las propiedades del suelo, como la permeabilidad, la capacidad de retención de agua y la susceptibilidad a procesos de erosión. La presencia de estos materiales incide directamente en el comportamiento hidrogeológico de la zona, condicionando aspectos relevantes para el diseño y operación del sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Por su naturaleza, estas formaciones requieren un manejo adecuado en las fases constructivas y operativas del proyecto, con el fin de minimizar riesgos de inestabilidad, garantizar la eficiencia de las obras hidráulicas y asegurar la sostenibilidad ambiental del entorno.

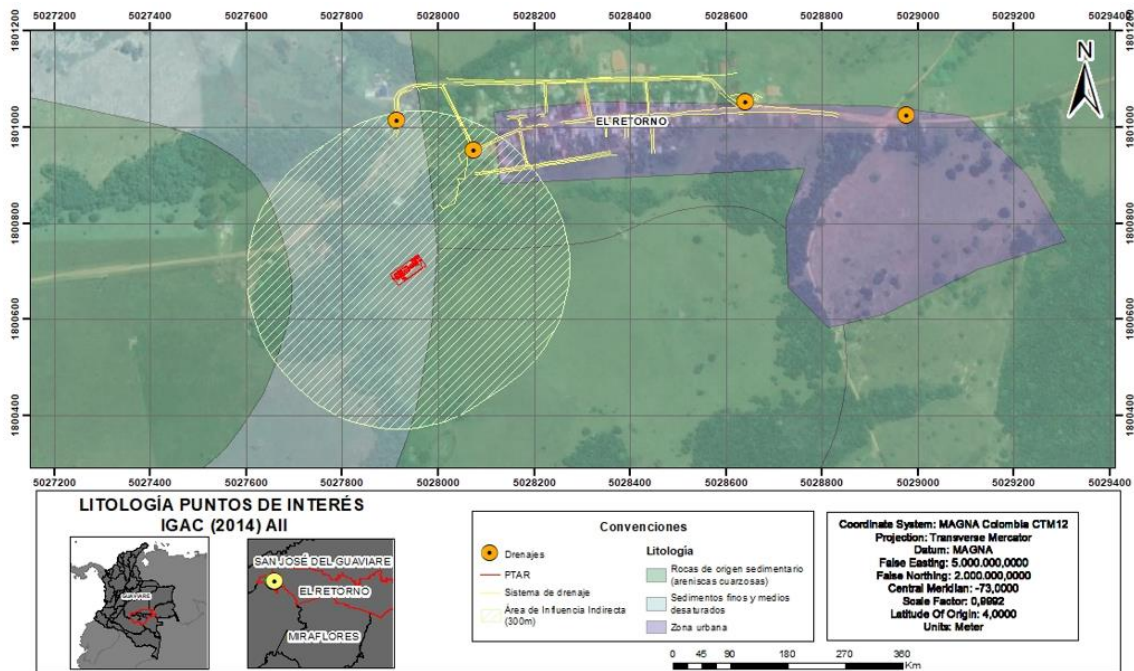
Figura 7. Litología puntos de interés IGAC (2014) AID



Fuente: Consultor 2025

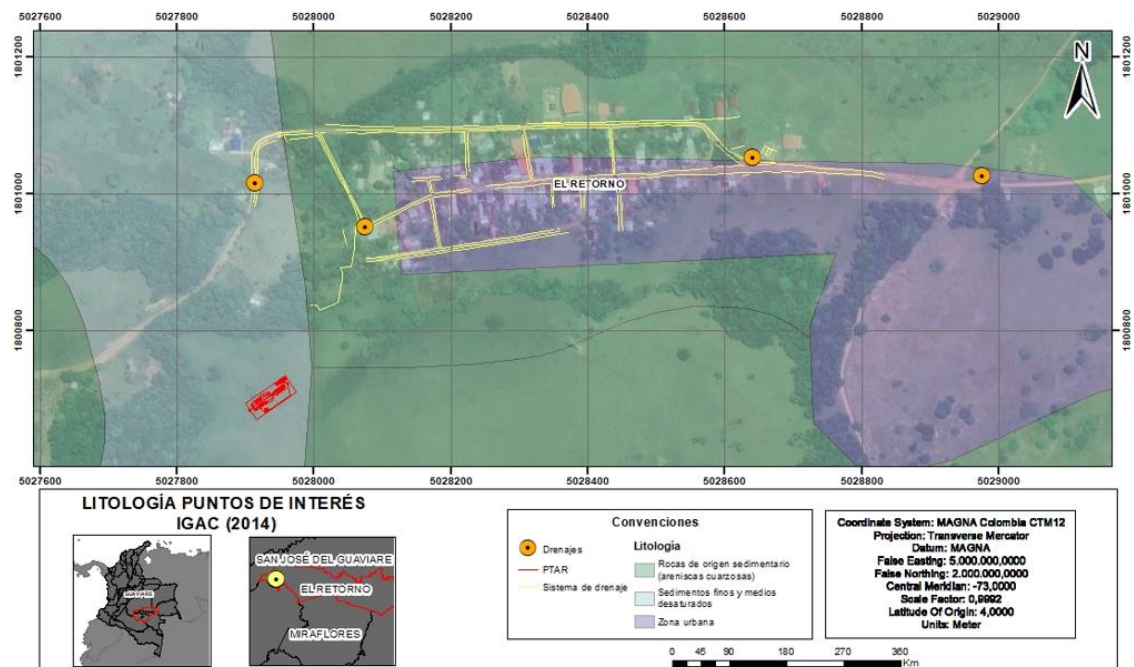
¹ Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Unilla departamento del Guaviare, POMCA 2011

Figura 8. Litología puntos de interés IGAC (2014) AII



Fuente: Consultor 2025

Figura 9. Litología puntos de interés IGAC (2014)



Fuente: Consultor 2025

A nivel regional, la zona se encuentra enmarcada en una matriz sedimentaria típica de las llanuras aluviales del oriente colombiano, con influencia de procesos de sedimentación fluvial asociados a los sistemas hidrográficos de la cuenca del río Unilla. Estos procesos han dado origen a una conformación estratigráfica variable, donde alternan horizontes de arenas cuarzosas, limos y arcillas, los cuales condicionan tanto la evolución geomorfológica del territorio como el comportamiento hidrogeológico de la región.

4.3.2. GEOMORFOLOGÍA

En general con pocas excepciones, los suelos del departamento del Guaviare, se caracterizan por una fertilidad natural baja, altos contenidos de Hierro y Aluminio (que generan altos valores de acidez en el suelo), alta susceptibilidad a los procesos de erosión, y sobre todo una estrecha interrelación con los sistemas de coberturas vegetales con los que se ha establecido un eficiente proceso de reciclaje de nutrientes.

Entre los órdenes de suelos más predominantes en esta región (según el USDA) se encuentran los OXISOLES y ULTISOLES, suelos caracterizados por poseer un alto grado de meteorización, fertilidad natural baja, y en muchos casos niveles de Aluminio y Hierro tóxicos para gran variedad de cultivos. En un grado mucho menor también se encuentra el orden ENTISOLES, asociado principalmente a ríos de origen andino como es el caso del Río Guaviare, en su proceso de formación de llanuras, los cuales presentan unas condiciones de fertilidad natural mayor, y mejores propiedades para el desarrollo de procesos de agricultura convencional. Esta diferenciación de los suelos es bien conocida a nivel regional, donde se denominan suelos de Tierra Firme, haciendo referencia a suelos del orden OXISOLES, y suelos de Vega de Río, haciendo referencia al orden ENTISOLES. En la Cuenca del Río Unilla se presenta en mayor medida suelos del tipo OXISOLES Y ULTISOLES².

GEOMORFOLOGÍA PAISAJE

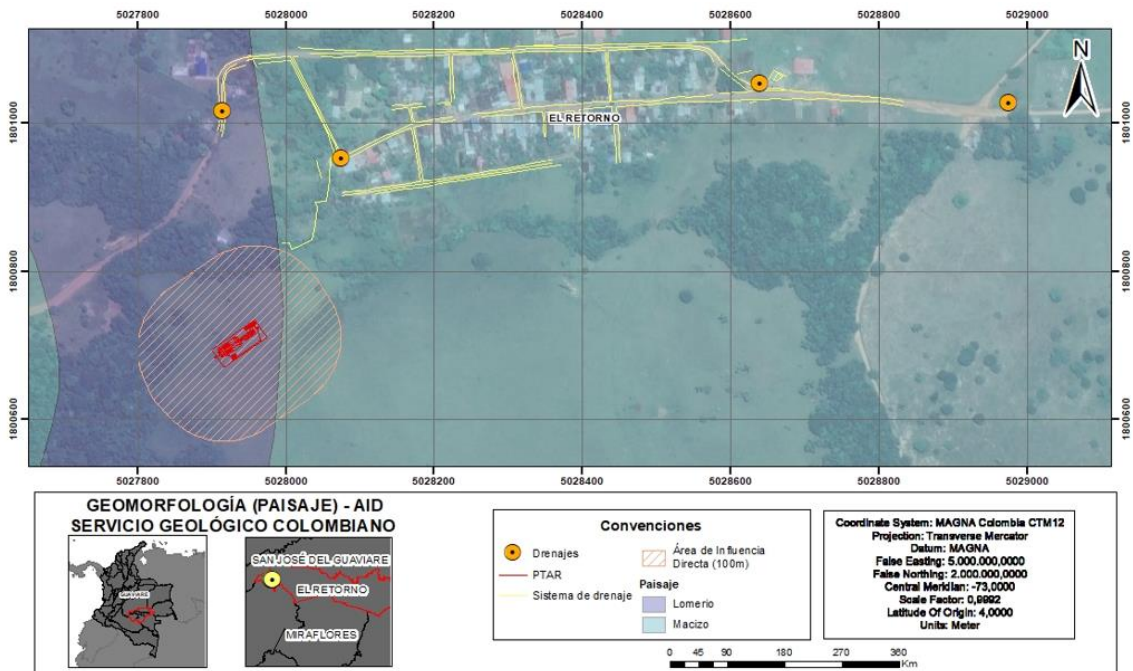
Los planos geomorfológicos elaborados con base en la cartografía del Servicio Geológico Colombiano permiten identificar las principales unidades de paisaje presentes en el área de estudio y su área de influencia. En ellos se destacan principalmente las geoformas correspondientes a lomeríos y macizos, que caracterizan la dinámica fisiográfica de la región.

El área donde se proyecta la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), así como su zona de influencia directa e indirecta, se ubica en un contexto de transición entre estas unidades geomorfológicas, lo cual incide en aspectos como la capacidad de drenaje, estabilidad del terreno, infiltración y escorrentía superficial.

La delimitación de estas unidades permitió comprender la relación entre el relieve y los procesos hidrológicos y edáficos que inciden directamente en el comportamiento ambiental del proyecto, constituyéndose en un insumo fundamental para la definición de medidas de manejo y prevención de impactos dentro del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

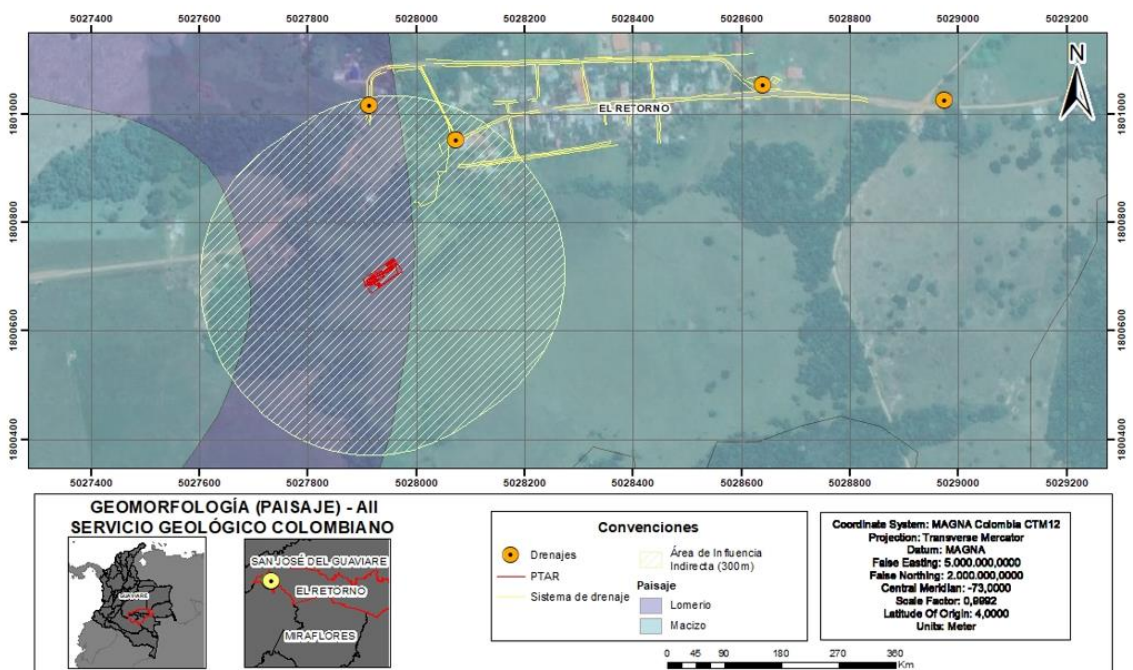
² Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Unilla departamento del Guaviare, POMCA 2011

Figura 10. Geomorfología (Paisaje): AID Servicio Geológico Colombiano



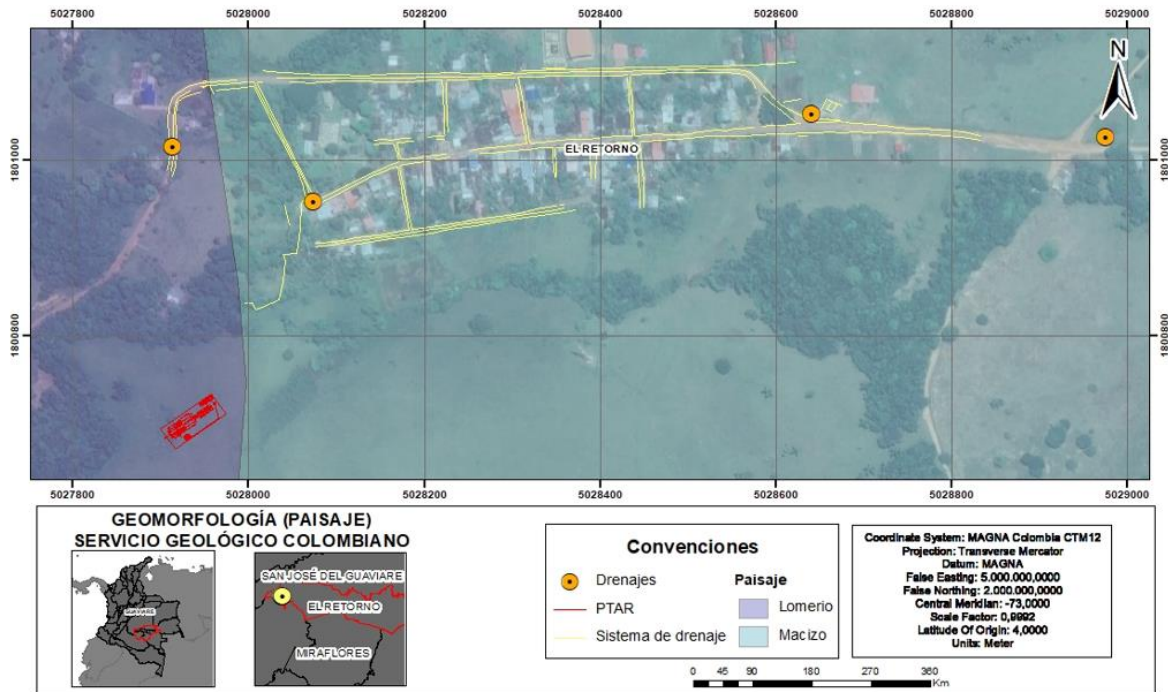
Fuente: Consultor 2025

Figura 11. Geomorfología (Paisaje): AII Servicio Geológico Colombiano



Fuente: Consultor 2025

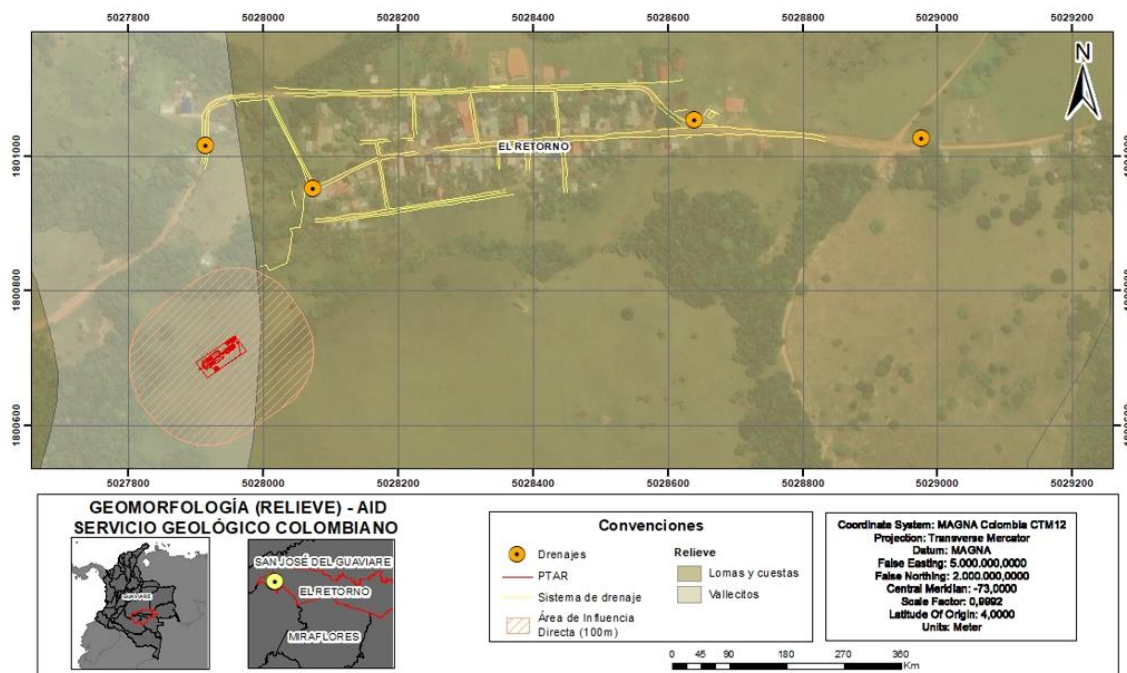
Figura 12. Geomorfología (Paisaje): Servicio Geológico Colombiano



Fuente: Consultor 2025

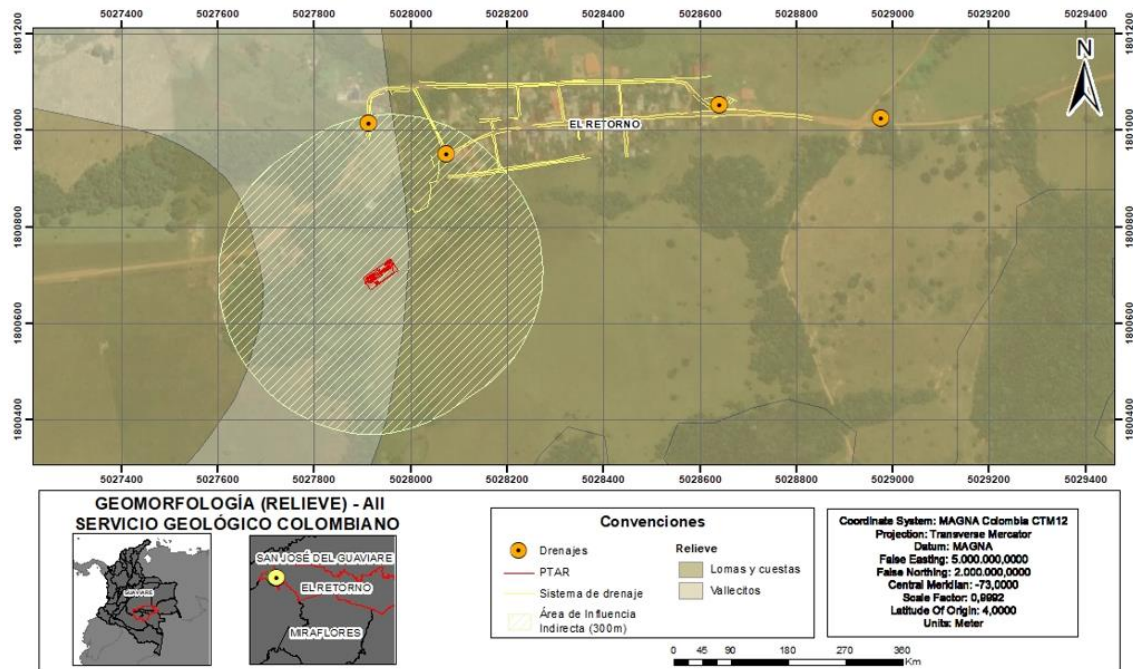
GEOMORFOLOGÍA RELIEVE

Figura 13. Geomorfología (Relieve): AID Servicio Geológico Colombiano



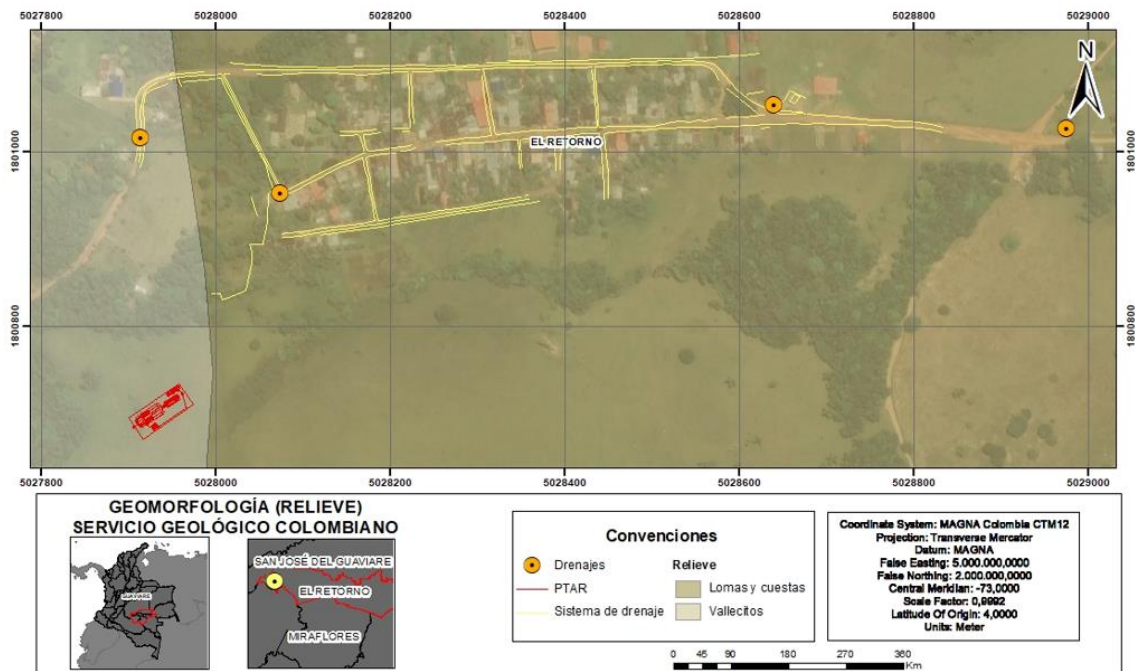
Fuente: Consultor 2025

Figura 14. Geomorfología (Relieve): All Servicio Geológico Colombiano



Fuente: Consultor 2025

Figura 15. Geomorfología (Relieve): Servicio Geológico Colombiano



Fuente: Consultor 2025

Los planos muestran la caracterización geomorfológica del área de estudio en la inspección La Unilla, municipio de El Retorno, Guaviare, donde se diferencian unidades de relieve como lomas, cuestras y vallecitos. El sitio proyectado para la construcción de la PTAR se localiza en un vallecito, condición favorable para el diseño, ya que la pendiente natural facilita la conducción del agua hacia la planta. Por su parte, el centro poblado se desarrolla principalmente sobre lomas y cuestras, lo que contrasta con el relieve del área destinada a la infraestructura.

4.3.3. SUELOS

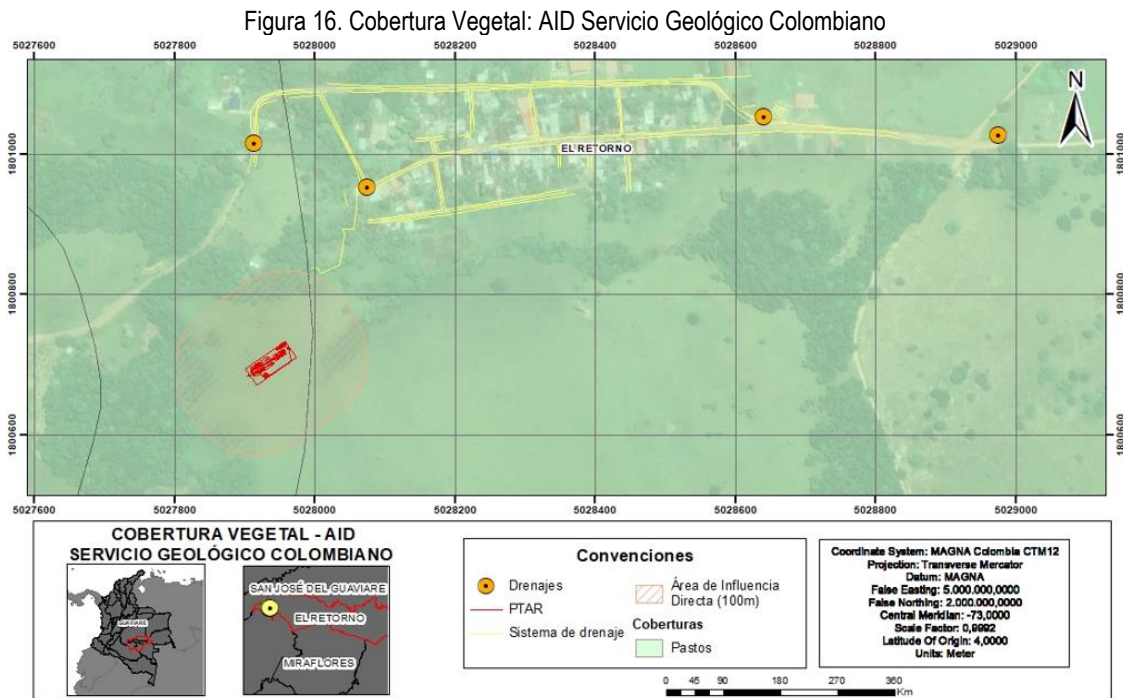
La cuenca Hidrográfica del Río Unilla, el principal uso en todas las vertientes es el de Bosque Denso de Tierra Firme, por encima de unidades como pastos limpios, se deben tener significativas consideraciones. En primer lugar, se tienen otras coberturas que representan intervención en las unidades de bosques naturales como lo son: Mosaico de pastos con espacios naturales, Vegetación secundaria, Bosques fragmentados.

Estas unidades que representan intervención en bosques naturales sumadas a la unidad de pastos limpios implican en la mayoría de los casos una intervención de más del 40% en las zonas alta y media de la Cuenca del Río Unilla; llegando a casos extremos como el de la Vertiente Norte de la Zona alta donde más del 70% del área se encuentra intervenida.

Para el caso de la Cuenca Baja, la unidad de cobertura de Bosque Denso Alto de Tierra Firme es quien ocupa la mayor parte de la extensión, con superficies de más del 70% en cada una de las dos vertientes. En esta zona la incidencia de la cobertura de Pastos Limpios presenta una superficie menor del 4% de la extensión.

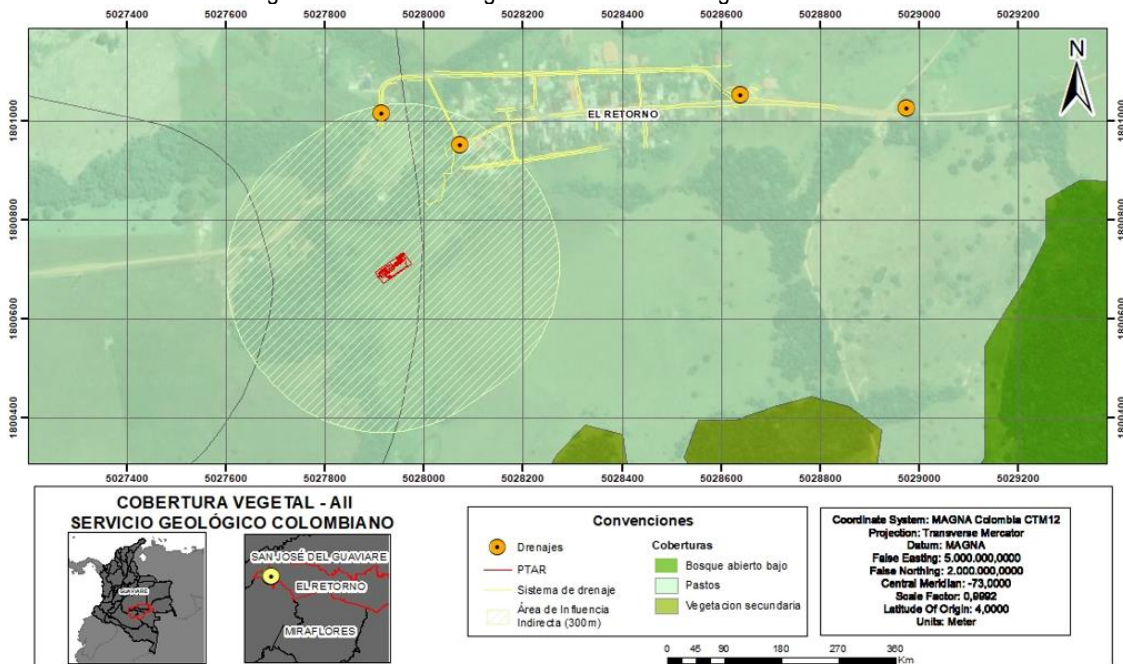
COBERTURA VEGETAL

La cobertura general del entorno se confirma la supremacía de los pastos en gran parte del área de estudio, pero también se evidencian áreas que aún mantienen coberturas naturales, representando un contraste entre los espacios intervenidos y los fragmentos de ecosistemas más conservados.



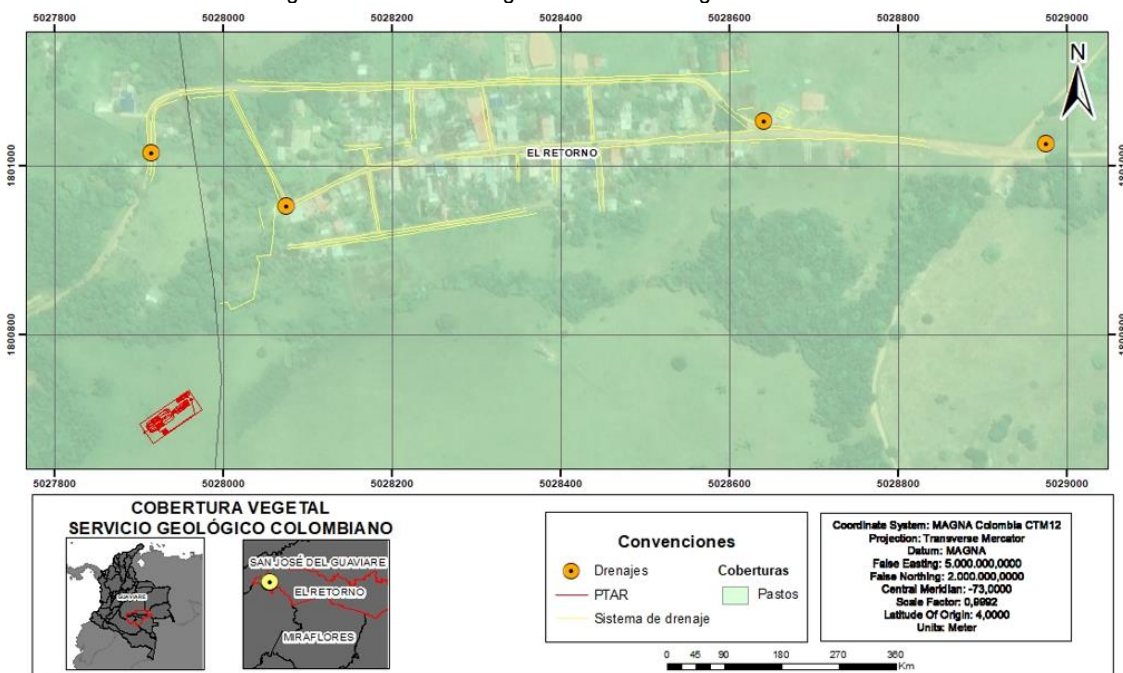
Fuente: Consultor 2025

Figura 17. Cobertura Vegetal: All Servicio Geológico Colombiano



Fuente: Consultor 2025

Figura 18. Cobertura Vegetal Servicio Geológico Colombiano



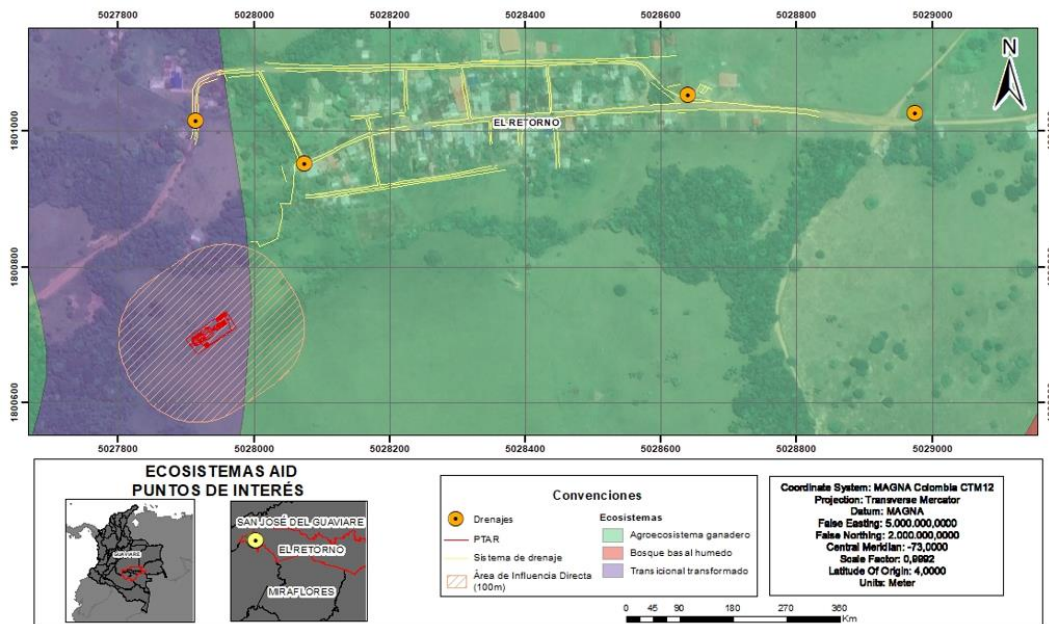
Fuente: Consultor 2025

En conjunto, estos planos permiten concluir que la zona de implantación del proyecto se encuentra en un territorio de alta intervención antrópica, dominado por pastizales, pero con presencia puntual de coberturas naturales que deben ser tenidas en cuenta en la planificación y ejecución de medidas de manejo ambiental.

ECOSISTEMAS

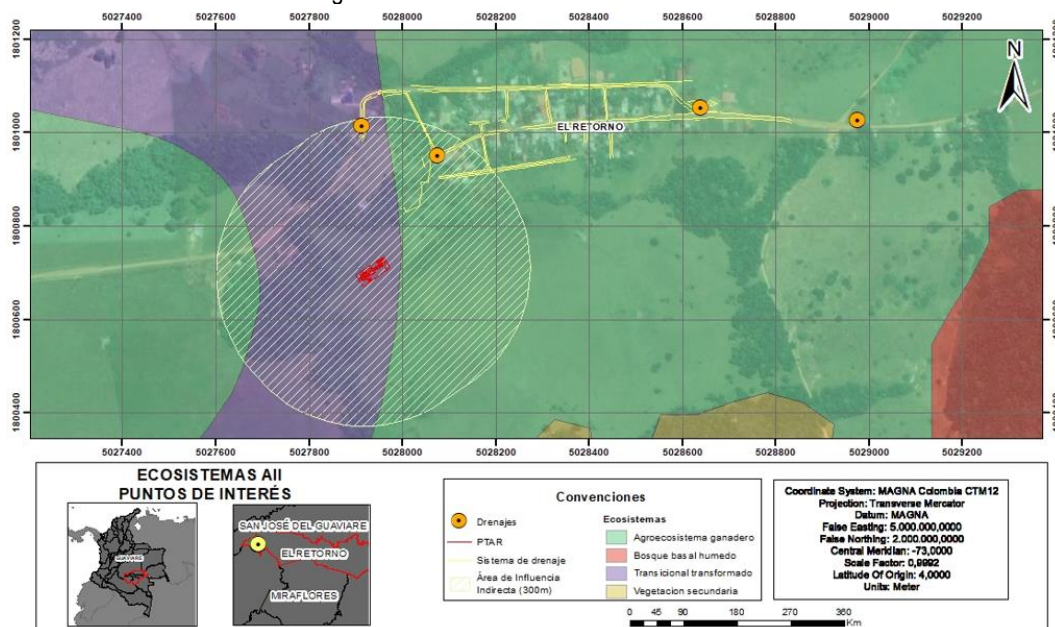
De acuerdo con la metodología Corine land cover las tierras que se consideran ganaderas se determinaron por la identificación de algún tipo de uso o explotación económica que realiza el hombre sobre especies animales para pastoreo vacuno, lanar y caballar de tipo intensivo, semi-intensivo, extensivo o nómada³.

Figura 19. Ecosistemas AID Puntos de Interés



Fuente: Consultor 2025

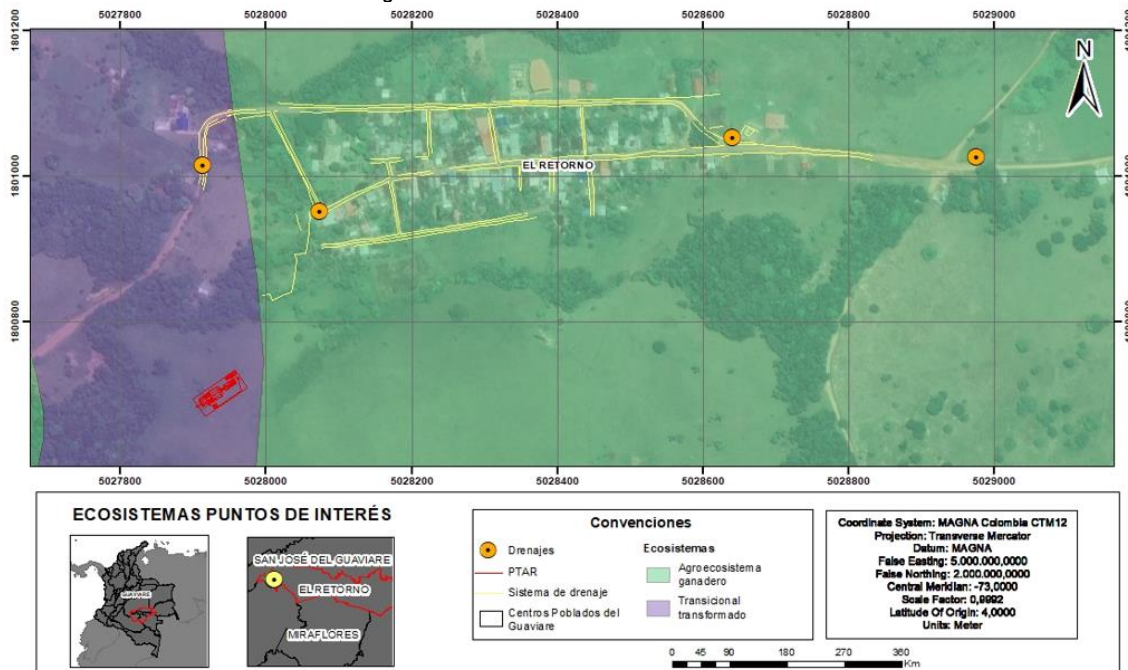
Figura 20. Ecosistemas AII Puntos de Interés



Fuente: Consultor 2025

³ Estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano Escala 1:100.000. Octubre 2012.

Figura 21. Ecosistemas Puntos de Interés



Fuente: Consultor 2025

La matriz de uso dominante corresponde a agroecosistemas ganaderos, pero tanto en el AID como en el AII se interceptan bosques basales húmedos y vegetación secundaria, lo que exige estrategias de protección de remanentes boscosos, restauración de áreas degradadas y conectividad ecológica en la planificación del proyecto.

FRONTERA AGRÍCOLA COBERTURAS

La cartografía de la Frontera Agrícola Nacional (2018) evidencia que el área de influencia del proyecto se encuentra en una zona de transición entre el tejido urbano discontinuo de El Retorno y coberturas rurales asociadas a pastos limpios y mosaicos de pastos con espacios naturales.

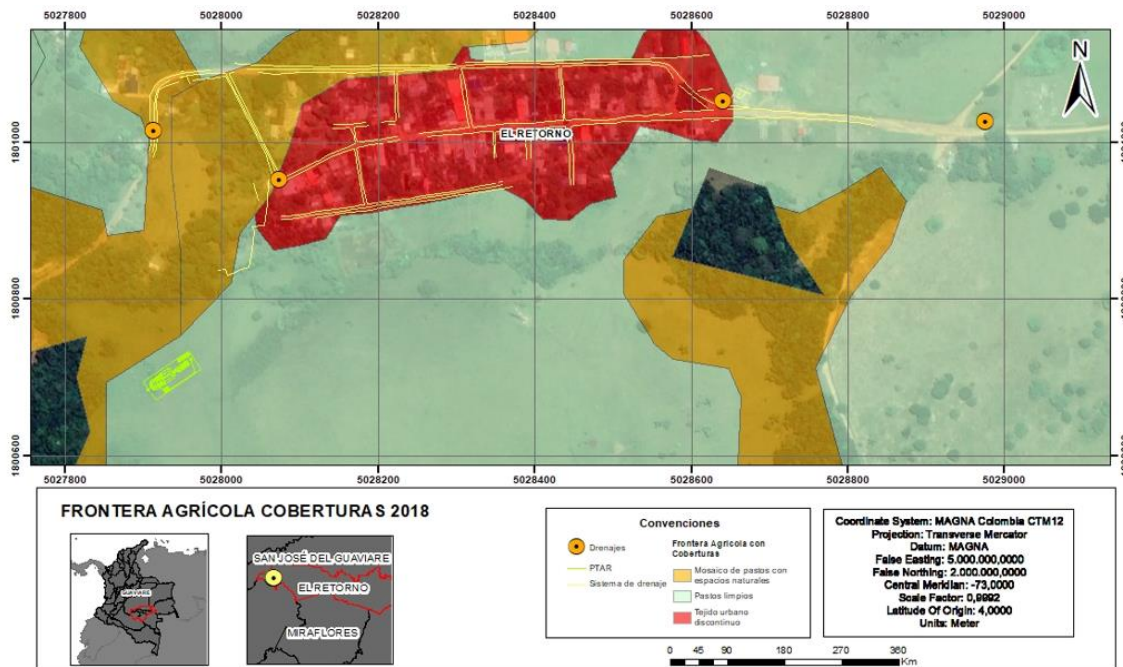
Dentro del casco urbano, el territorio presenta ocupación consolidada, lo que coincide con la clasificación de territorio artificializado en el plano de uso potencial. Esta área está destinada principalmente a actividades residenciales y servicios, careciendo de vocación agropecuaria por su nivel de transformación antrópica.

En contraste, en la franja perimetral al núcleo urbano predominan coberturas de pastos limpios, reflejo del uso ganadero extensivo que caracteriza gran parte de los suelos circundantes. Estas áreas muestran un proceso de sustitución de la cobertura natural, lo cual representa una presión sobre la biodiversidad y la capacidad de resiliencia ecosistémica. Adicionalmente, se identifican sectores con mosaicos de pastos y remanentes de espacios naturales, los cuales conservan fragmentos de vegetación que funcionan como conectores ecológicos de importancia para la fauna local y como áreas de regulación hídrica.

La inclusión de esta información en el diagnóstico del medio abiótico es relevante, pues permite comprender cómo las dinámicas de uso y transformación del suelo condicionan la sostenibilidad del territorio. Para el emplazamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ubicada en un área de influencia directa de coberturas de pastos y tejido urbano, resulta fundamental establecer medidas de manejo que eviten

la expansión no planificada de la frontera agrícola hacia remanentes naturales, y que promuevan el equilibrio entre el desarrollo urbano y la conservación de los suelos con vocación agropecuaria y de regulación ambiental.

Figura 22. Frontera Agrícola Coberturas 2018



Fuente: Consultor 2025

USO POTENCIAL DEL SUELO

De acuerdo con la cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi: IGAC, el área de influencia del proyecto presenta dos categorías principales de uso potencial del suelo: territorios artificializados y potencial agrícola.

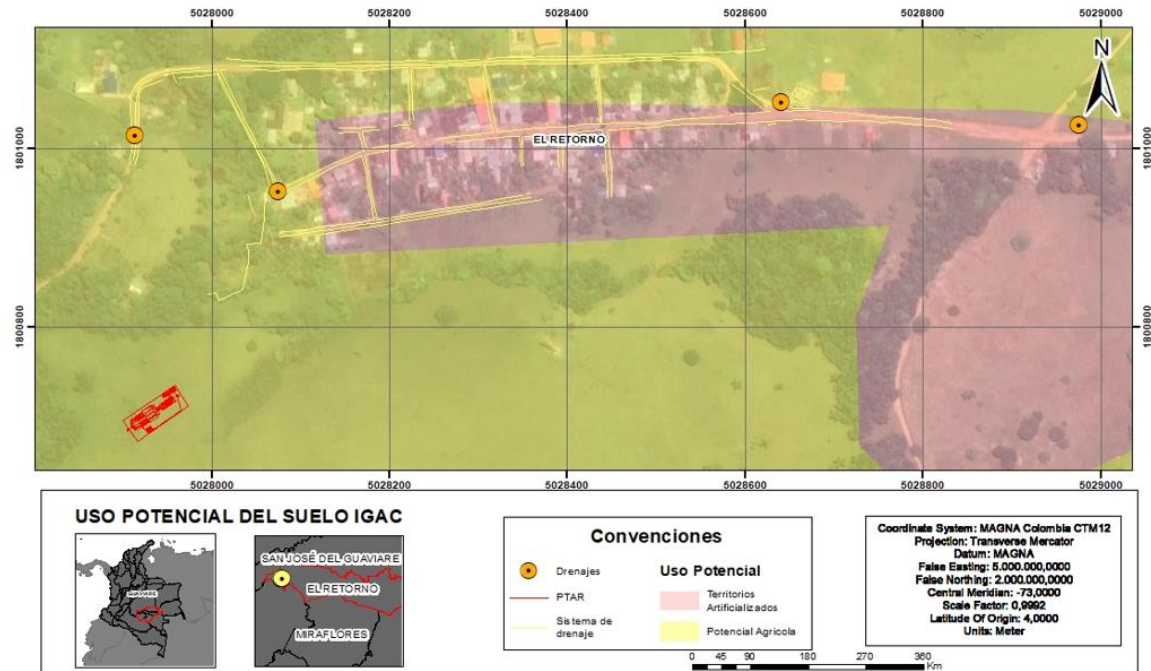
En la zona urbana de El Retorno, el suelo se encuentra clasificado como territorios artificializados, lo que corresponde a la franja consolidada del casco urbano donde se desarrollan actividades residenciales, comerciales e institucionales, asociadas a la infraestructura vial existente. Esta condición refleja una transformación antrópica significativa, en la que el suelo perdió sus características naturales y está destinado principalmente a usos urbanos.

Por otro lado, en las áreas aledañas al casco urbano y al emplazamiento proyectado para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), predomina la categoría de potencial agrícola, que comprende suelos con aptitud para el desarrollo de actividades agropecuarias, tales como cultivos de pancoger, pastos para ganadería y aprovechamiento de productos de subsistencia. Estos suelos mantienen características de fertilidad moderada y disponibilidad para actividades productivas, aunque con limitaciones asociadas a drenajes y pendientes locales.

La identificación de estas dos categorías es de relevancia dentro del componente abiótico, ya que permite reconocer la interacción del proyecto con áreas ya transformadas (territorio urbano) y áreas con aptitud agrícola que deben ser manejadas de manera sostenible. En particular, el emplazamiento de la PTAR se encuentra en una zona de transición entre el núcleo urbano y las áreas rurales, lo cual exige la implementación de medidas

de manejo que eviten la pérdida de capacidad productiva del suelo y reduzcan los posibles impactos sobre su vocación agrícola.

Figura 23. Uso Potencial del Suelo IGAC



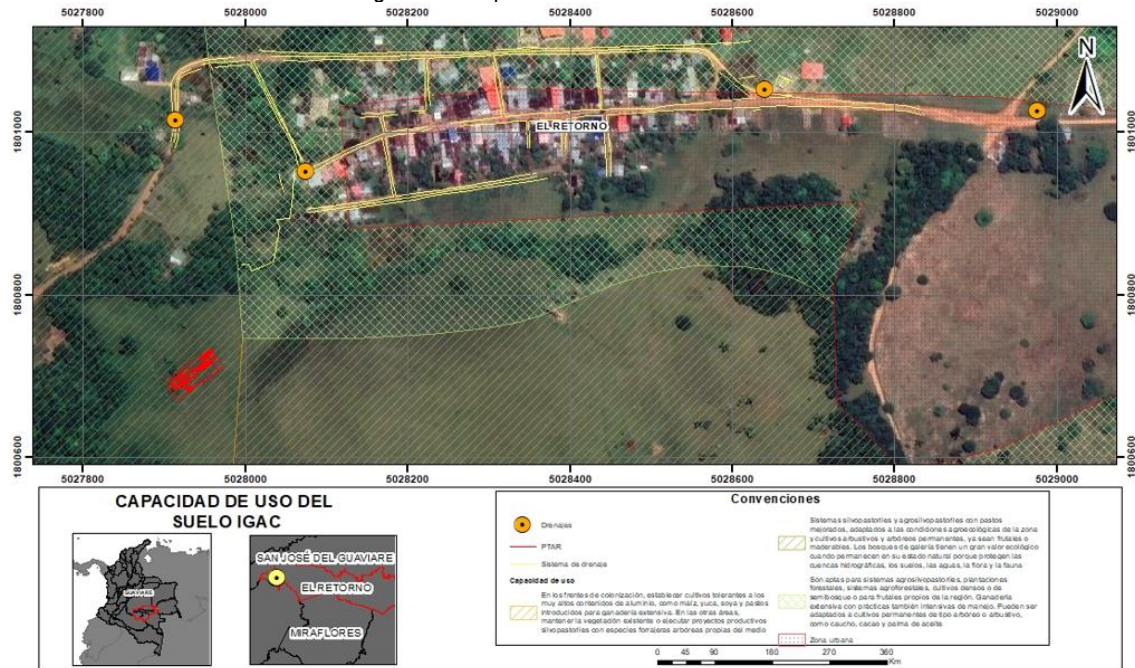
Fuente: Consultor 2025

CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

En la franja donde se proyecta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y su área de influencia directa, se identifican suelos con capacidad restringida, en los que se aconseja el establecimiento de coberturas permanentes que reduzcan la erosión y contribuyan al equilibrio del ecosistema. El plano también señala la presencia de sectores donde se promueve el mantenimiento de vegetación natural y el uso ganadero extensivo, con énfasis en sistemas adaptados a las condiciones locales para evitar la degradación edáfica.

Este análisis resulta fundamental dentro del diagnóstico abiótico, ya que permite comprender que el territorio presenta vocación silvopastoril más que agrícola, lo cual condiciona las alternativas de aprovechamiento y ordenamiento del suelo en el entorno del proyecto. En ese sentido, la implementación de la PTAR no generará conflictos significativos con el uso potencial del suelo, siempre que se adopten medidas de manejo orientadas a controlar procesos erosivos, mantener cobertura vegetal y minimizar intervenciones adicionales sobre áreas con fragilidad edáfica.

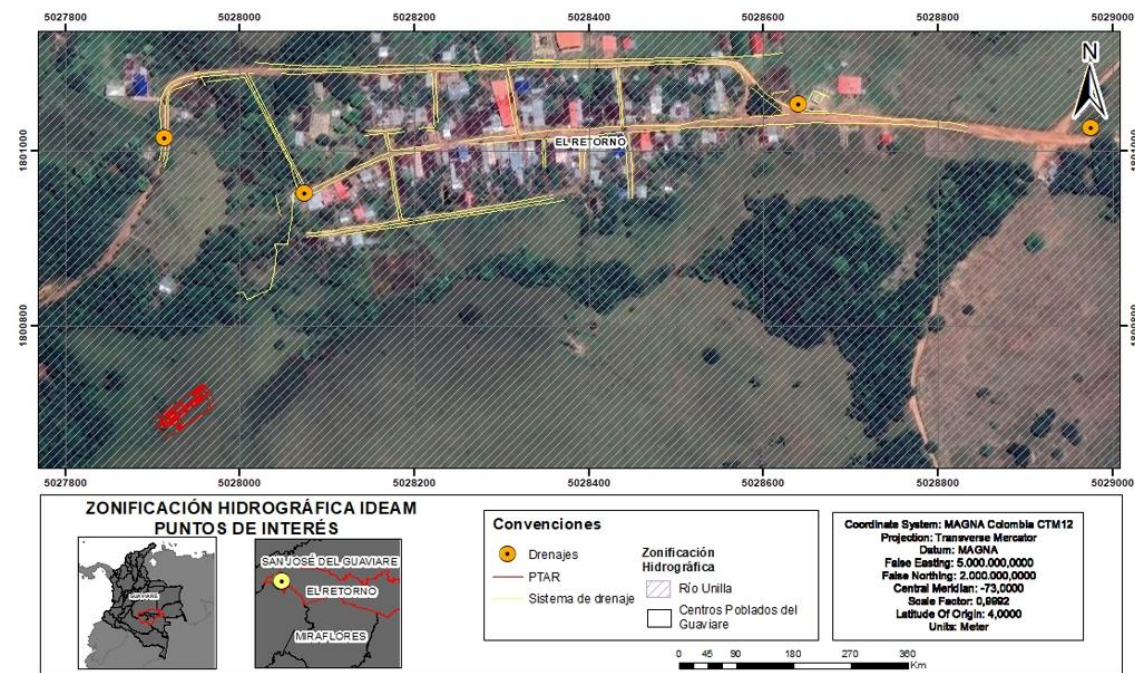
Figura 24. Capacidad de uso del Suelo IGAC



Fuente: Consultor 2025

4.3.4. HIDROLOGÍA

Figura 25. Zonificación Hidrográfica IDEAM Puntos de Interés



Fuente: Consultor 2025

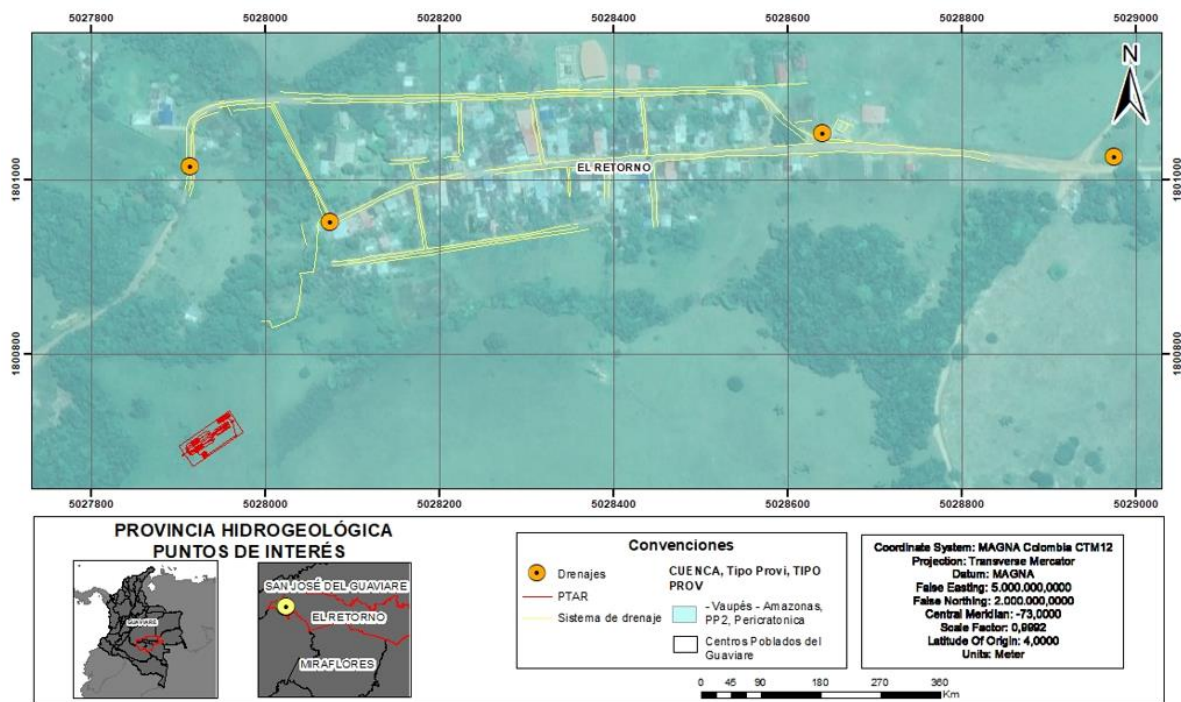
El área del proyecto se encuentra en la cuenca del río Unilla, principal receptor de las escorrentías locales. La zona presenta drenajes secundarios de carácter intermitente y tendencia a encharcamientos por la baja pendiente y limitaciones de drenaje de los suelos.

El río Unilla constituye un cuerpo de agua sensible, por lo que los vertimientos de la PTAR deberán cumplir con la normativa vigente, garantizando medidas de control de erosión, revegetalización y protección de rondas hídricas.

4.3.5. HIDROGEOLOGIA

PROVINCIA HIDROGEOLÓGICA

Figura 26. Provincia Hidrogeológica puntos de interés



Fuente: Consultor 2025

La zona de estudio se encuentra incluida dentro de la Provincia Hidrogeológica Vaupés: Amazonas (PP2, Pericratónica), caracterizada por la presencia de formaciones sedimentarias de baja consolidación y depósitos aluviales, que permiten el almacenamiento y circulación de aguas subterráneas en acuíferos poco profundos. Estos acuíferos presentan generalmente caudales bajos a moderados, utilizados principalmente para abastecimiento local y consumo doméstico.

Esta provincia hidrogeológica cumple un papel fundamental en la dinámica hídrica del territorio, ya que constituye el soporte de recarga de los acuíferos locales, regulando la disponibilidad de agua subterránea en función de la litología y de la interacción con los cuerpos de agua superficiales. En el marco del proyecto, esta información es relevante para garantizar que las actividades constructivas y operativas de la PTAR no generen afectaciones a la recarga de acuíferos ni a la calidad del recurso hídrico subterráneo.

5. BARRERAS VIVAS

Las barreras vivas son estructuras vegetales lineales compuestas por especies que, según el objetivo funcional, pueden variar entre herbáceas, arbustivas y arbóreas. Son utilizadas en proyectos agroforestales o de infraestructura para cumplir funciones de protección, integración paisajística, mejora microclimática y restauración ecológica. En este caso específico, la barrera viva se implementa como una medida de manejo ambiental en el área de influencia directa de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la inspección La Unilla, con el propósito de contener la dispersión de olores, reducir la percepción visual de la infraestructura, amortiguar el impacto atmosférico local y favorecer la conectividad ecológica en el piedemonte amazónico.

Estas barreras pueden adoptar la forma de setos vivos o cortinas rompevientos, según su composición y propósito.

- Los setos vivos se conforman por individuos vegetales sembrados en alta densidad (3 a 4 por metro lineal), con alturas variables y podas periódicas que permiten controlar su forma y estimular su crecimiento. Son ideales para delimitar áreas, reducir la velocidad del viento, generar sombra, mejorar la estructura del suelo y atraer fauna silvestre.
- Las cortinas rompevientos consisten en hileras de árboles o arbustos de porte medio y alto, orientadas estratégicamente para reducir la velocidad del viento, proteger cultivos o instalaciones, y mejorar las condiciones microclimáticas. Además de su función física, estas cortinas contribuyen a la biodiversidad, la conectividad ecológica y la integración visual de infraestructuras con el paisaje.

Con el objetivo de reducir el impacto ambiental y la percepción de olores desagradables generados por la operación de la PTAR de La Unilla, se plantea el diseño e implementación de una barrera viva como estrategia funcional y ecológica. Esta estructura vegetal busca mitigar el efecto del viento en la dispersión de compuestos volátiles, generando zonas de amortiguación atmosférica y mejorando las condiciones microclimáticas del entorno. La propuesta se sustenta en criterios técnicos de eficiencia espacial, selección de especies adaptadas y configuración escalonada, estableciendo lineamientos claros que permiten consolidar esta medida como una alternativa ambientalmente efectiva y socialmente aceptable.

La incorporación de esta barrera vegetal permite mejorar la calidad ambiental del entorno inmediato, generar condiciones más favorables para la fauna silvestre, y contribuir a la aceptación social del proyecto mediante una solución paisajística funcional. Además, actúa como filtro natural frente a partículas suspendidas, reduce la velocidad del viento en zonas expuestas, y estabiliza el suelo en áreas intervenidas, lo que resulta especialmente relevante en contextos de operación continua de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Su diseño escalonado en tres franjas (herbácea-arbustiva, arbustiva y arbórea) permite una respuesta integral frente a los distintos tipos de impacto, optimizando el uso del espacio y facilitando el mantenimiento técnico.

5.1. Beneficios del establecimiento de barreras vivas

- **Reducir la velocidad del viento**
La barrera arbórea escalonada propuesta en el perímetro de la PTAR permite disminuir significativamente la velocidad del viento en el entorno inmediato. Esta reducción contribuye a limitar la dispersión de olores generados por el tratamiento de aguas residuales, así como a mejorar las condiciones microclimáticas del área. Estudios técnicos indican que una cortina vegetal bien orientada puede reducir la velocidad del viento entre un 60% y 80% en distancias equivalentes a 3 a 5 veces su altura, lo que genera una zona de protección efectiva frente a la turbulencia atmosférica.
- **Disminuir la carga del material arrastrado**

Al reducir la velocidad del viento, la barrera viva también disminuye la cantidad de partículas suspendidas que pueden ser transportadas y depositadas en áreas sensibles. Esto es especialmente relevante en zonas con actividad operativa constante, como la PTAR, donde la presencia de material particulado puede afectar la calidad ambiental y generar molestias en la comunidad. La vegetación actúa como filtro natural, reteniendo polvo, esporas y otros elementos que podrían dispersarse por acción del viento.

- **Proteger al suelo de la acción erosiva del viento**

La franja herbácea-arbustiva interna, junto con los estratos arbustivo y arbóreo, contribuye a estabilizar el suelo intervenido en el área de influencia de la PTAR. La cobertura vegetal reduce la turbulencia superficial, protege las capas fértiles del suelo y evita procesos erosivos que podrían comprometer la infraestructura o afectar la calidad del drenaje. Esta función es clave en zonas con suelos arcillosos expuestos, donde la revegetalización cumple un rol preventivo y correctivo frente a la degradación física del terreno.

5.2. Funciones de las barreras vivas

Además de su función como mitigadora de olores y pantalla visual, la barrera viva propuesta cumple un rol clave en el control de la erosión hídrica en el entorno inmediato de la PTAR. Al establecerse en franjas escalonadas sobre terreno con pendiente, estas estructuras vegetales actúan como filtros vivos que reducen la velocidad del agua de escorrentía, favorecen la sedimentación de partículas finas y retienen residuos vegetales arrastrados por el flujo superficial. La presencia de raíces fibrosas y copas densas permite interrumpir la continuidad de la pendiente, dividiéndola en segmentos que disminuyen la energía cinética del agua y evitan que se concentre en puntos críticos. Este efecto mejora la infiltración en el perfil del suelo, alarga el tiempo de concentración del escurrimiento y reduce significativamente el riesgo de formación de canales erosivos o pérdida de suelo fértil en zonas intervenidas. En conjunto, la barrera viva no solo aporta funcionalidad atmosférica y paisajística, sino que también refuerza la estabilidad física del terreno y la eficiencia hídrica del sistema.

5.3. Consideraciones del establecimiento

El diseño contempla la implementación de una barrera arbórea escalonada en tres franjas lineales alrededor del perímetro de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en la inspección La Unilla. Esta configuración busca maximizar la eficiencia ambiental, la integración paisajística y la funcionalidad ecosistémica, mediante la combinación de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas distribuidas en estratos progresivos.

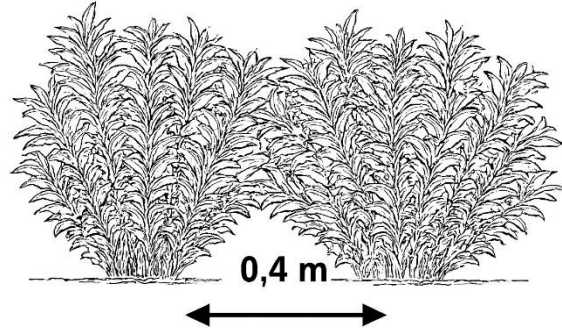
5.3.1. Configuración de Franjas

La configuración en tres franjas vegetales escalonadas, herbácea, arbustiva y arbórea, responde a principios de diseño ambiental que buscan maximizar la funcionalidad ecológica, la eficiencia operativa y la integración paisajística de la barrera viva en el contexto de la PTAR de La Unilla. Esta estructura permite una respuesta diferenciada frente a los distintos tipos de impacto generados por la infraestructura, optimizando el uso del espacio y facilitando el mantenimiento.

- **Franja Herbácea-arbustiva (Interna)**

Ubicada en el borde más cercano a la infraestructura, esta franja cumple funciones de estabilización superficial, control de erosión y retención de partículas. Las especies seleccionadas poseen raíces fibrosas que mejoran la estructura del suelo y permiten una rápida cobertura vegetal. Su bajo porte evita interferencias con estructuras hidráulicas y facilita el acceso técnico para mantenimiento.

Figura 27. Distanciamiento individuos en la franja herbácea – arbustiva.

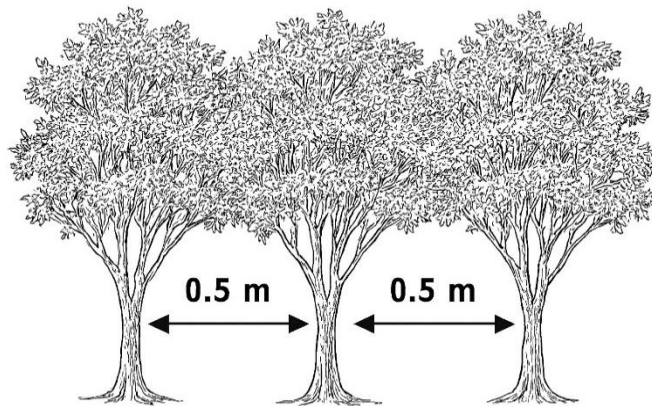


Fuente: Consultor 2025

- **Franja Arbustiva (Intermedia)**

Actúa como zona de transición entre el suelo y el dosel arbóreo, aportando densificación visual, amortiguación de olores y atracción de fauna silvestre. Los arbustos seleccionados presentan follaje denso, resistencia a plagas y floración atractiva, lo que favorece la biodiversidad funcional. Esta franja también contribuye a la reducción de turbulencia del viento a nivel medio.

Figura 28. Distanciamiento individuos en la franja arbustiva.

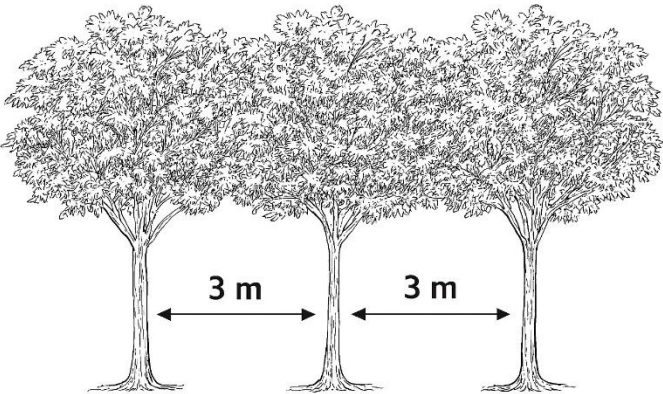


Fuente: Consultor 2025

- **Franja Arbórea (Externa)**

Conformada por árboles de porte medio y alto, esta franja cumple funciones de cortaviento, integración paisajística y protección atmosférica. Su ubicación externa permite aprovechar su altura para generar zonas de sombra, reducir la velocidad del viento y contener la dispersión de olores. Además, mejora la percepción visual de la infraestructura desde el entorno comunitario.

Figura 29. Distanciamiento individuos en la franja arbórea.



Fuente: Consultor 2025

Esta configuración escalonada permite una respuesta sinérgica entre los estratos, donde cada franja refuerza la funcionalidad de la siguiente. Además, facilita la planificación operativa por etapas, la asignación diferenciada de recursos y el monitoreo técnico por tipo de vegetación.

Tabla 4. Configuración de franjas barrera viva proyecto PTAR Inspección La Unilla

ESTRATO	UBICACIÓN	TIPO DE VEGETACIÓN	ALTURA ESPERADA	FUNCIÓN PRINCIPAL
Herbácea-Arbustiva	Franja interna (más cercana a la PTAR)	Coberturas bajas, gramíneas	0.3–1.2 m	Control de erosión, retención superficial de partículas, estabilización de bordes
Arbustiva	Franja intermedia	Arbustos de porte medio	1.5–4 m	Densificación visual, atracción de fauna, amortiguación de olores y ruido
Arbórea	Franja externa (más expuesta al entorno)	Árboles nativos de porte medio y alto	6–15 m	Cortaviento, integración paisajística, conectividad ecológica

Fuente: Consultor 2025

Figura 30. Configuración de franjas barrera viva proyecto PTAR Inspección La Unilla.



Fuente: Consultor 2025

5.3.2. Selección de las especies de árboles y arbustos

La selección de especies vegetales para el establecimiento de la barrera viva se realizó con base en criterios ecológicos, funcionales y operativos, considerando las condiciones edáficas del área de intervención, la necesidad de bajo mantenimiento, la compatibilidad con la infraestructura hidráulica y la capacidad de cada especie para cumplir funciones específicas dentro de su estrato. La configuración escalonada en tres franjas —herbácea, arbustiva y arbórea— permite una respuesta integral frente a los impactos visuales, atmosféricos y ecológicos generados por la operación de la PTAR.

En la franja herbácea-arbustiva, ubicada en el borde interno más cercano a la infraestructura, se seleccionaron las especies *Cestrum nocturnum* y *Cymbopogon citratus*. El jazmín de la noche (*Cestrum nocturnum*) es una especie de rápido crecimiento, tolerante a la humedad y con raíces fibrosas que contribuyen a la estabilización superficial del suelo. Su porte bajo permite controlar la escorrentía, retener partículas suspendidas y evitar

interferencias con estructuras técnicas. Por su parte, el limoncillo (*Cymbopogon citratus*) aporta cobertura vegetal aromática, con capacidad de colonización rápida y beneficios asociados al control biológico de insectos, además de mejorar la percepción ambiental por su fragancia característica.

Para la franja arbustiva, situada en posición intermedia, se eligió *Swinglea glutinosa*, un arbusto perenne de follaje denso, resistente a plagas y con floración atractiva. Esta especie cumple funciones de densificación visual, amortiguación de olores y atracción de fauna silvestre, especialmente polinizadores. Su estructura compacta permite formar una pantalla vegetal eficaz que reduce la turbulencia del viento a nivel medio y mejora la percepción ambiental de la infraestructura. Además, su porte uniforme facilita el manejo silvicultural mediante podas dirigidas sin comprometer la funcionalidad ecológica del sistema.

En la franja arbórea, ubicada en el perímetro externo y más expuesto al entorno, se seleccionaron especies de porte medio y alto con copas amplias y crecimiento medio-rápido, tolerantes a suelos arcillosos y condiciones de humedad variable. Entre ellas se destacan *Cupania americana*, *Guarea guidonia* y *Simarouba amara*. Estas especies cumplen funciones de cortaviento, integración paisajística, generación de sombra y conectividad ecológica. *Cupania americana* y *Guarea guidonia* ofrecen refugio para fauna silvestre y aportan estructura vertical al sistema, mientras que *Simarouba amara* contribuye a la restauración ecológica del entorno por su adaptabilidad, capacidad de fijación de carbono y tolerancia a suelos intervenidos.

GUACHARACO

Figura 31. Vista general de *Cupania americana*.



Fuente: Catalogo virtual de flora del Valle de Aburrá (2025).

Nombre científico: *Cupania americana*

Familia: Sapindaceae.

Descripción: Árbol de hasta 15 m de altura y aproximadamente 25 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Las hojas son compuestas, con folíolos de forma obovada a elíptico-obovada, ápice redondeado y margen dentado. La inflorescencia presenta flores blancas, mientras que los frutos corresponden a cápsulas subglobosas u obtuso-trígonas, que contienen semillas de color negro.

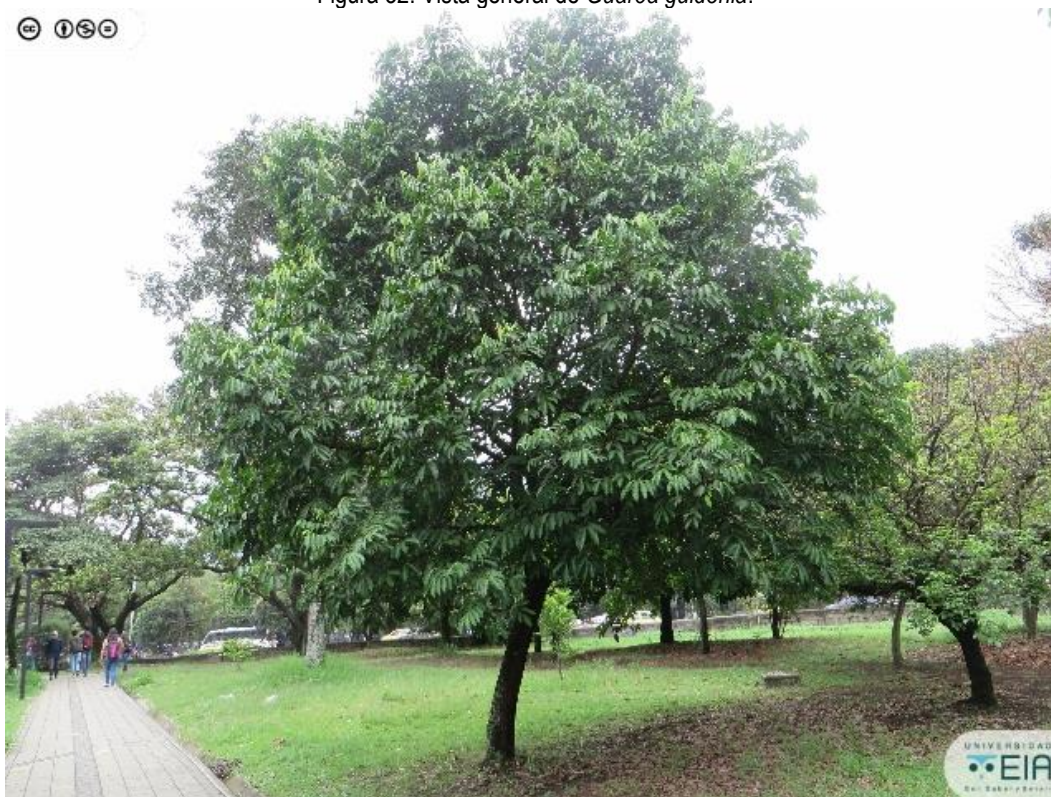
La madera presenta albura de color marfil y duramen de tonalidad moreno-amarillenta con matices rosados, resultado de la combinación de fibras finas de color pardo-rojizo sobre un fondo amarillento. La madera es de textura fina, dura, fuerte y de peso medio, con un peso específico de alrededor de 0,55 g/cm³.

Se caracteriza por presentar fibra entrelazada, lo que puede generar cierto grado de pelusa en la superficie al cepillarse, aunque en general se asierra y se trabaja con relativa facilidad. Admite un buen acabado, reportándose que puede alcanzar un pulido de alta calidad.

Función en barrera arbórea: La especie es apropiada para la conformación de barreras vivas o cortinas rompevientos, gracias a su porte medio, copa densa y tolerancia a diferentes condiciones de suelo. Estas características permiten reducir la velocidad del viento, disminuir la erosión eólica y mejorar el microclima en sistemas agroforestales. Además, la producción de follaje contribuye al aporte de materia orgánica al suelo y brinda refugio a fauna asociada.

PALO TIGRE

Figura 32. Vista general de *Guarea guidonia*.



Fuente: Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá (2025).

Nombre científico: *Guarea guidonia*

Familia: Meliaceae

Descripción: Es un árbol que puede alcanzar hasta 25 m de altura y diámetros cercanos a 1 m DAP. Presenta copa amplia y extendida, con follaje denso y tronco recto. Las hojas son paripinnadas, con folíolos de forma

elíptica, lanceolada o abovado-oblonga, de ápice obtuso a acuminado. Las flores son pequeñas, de tonalidad blanco-verdosa y pubescentes. El fruto corresponde a cápsulas ovoideas.

La madera exhibe un tono característico de vino claro, con una albura ancha y bien diferenciada de color amarillo rosado. Es de peso medio, con un peso específico aproximado de 0,51 g/cm³. Se considera fuerte y tenaz en comparación con otras maderas de densidad semejante. En cuanto a sus propiedades tecnológicas, se asierra y trabaja con facilidad, tanto manualmente como a máquina, logrando superficies lisas que aceptan acabados de alta calidad, ya sea con barniz o laca, generando un brillo notable. Presenta, sin embargo, una marcada susceptibilidad al contacto directo con el suelo, aunque muestra buena resistencia a la intemperie.

Función en barrera arbórea: La *Guarea guidonia* es una especie adecuada para la conformación de barreras arbóreas en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), dado que su porte medio a alto y copa densa permiten generar un efecto visual y ambiental de enmascaramiento de la infraestructura. El follaje abundante contribuye a la mitigación de olores y partículas suspendidas, actuando como un filtro vegetal que mejora la percepción ambiental de la zona.

ARENILLO BLANCO

Figura 33. Vista general de *Simarouba amara*.



Fuente: Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá (2025).

Nombre científico: *Simarouba amara*

Familia: Simaroubaceae

Descripción: Árbol dioico que puede alcanzar hasta 30 m de altura, con fuste recto y de sección circular. Presenta hojas compuestas, alternas, imparipinnadas, de 10 a 30 cm de longitud, conformadas por 6 a 18 folíolos obovados, de base redondeada o aguda, verde oscuro en el haz y más claros en el envés, con venación

poco notoria. Sus flores son unisexuales, de tonalidad verde a verde olivo, con pétalos amarillentos. El fruto es una drupa elíptica de aproximadamente 2 cm de largo, que adquiere color anaranjado o rojo al madurar.

La madera ha sido utilizada en el Perú para la elaboración de tablillas destinadas a cajas de espárragos; sin embargo, por sus propiedades de color homogéneo, tono claro y facilidad de trabajo, se considera apta para la fabricación de tapas de cajas, muebles sencillos, juguetes, teclas de piano, tacones de zapato, moldes y piezas laminadas. También se han reportado usos potenciales en la producción de palillos, fósforos, chapas para triplex, así como pulpa y papel. En el departamento del Putumayo, Colombia, se emplea en labores de ebanistería, lo que evidencia su versatilidad y valor en aplicaciones tanto artesanales como industriales.

Función en barrera arbórea: El machaco (*Simarouba amara*) es altamente recomendado para la conformación de barreras vivas y cortinas rompevientos en regiones como San José del Guaviare, debido a su porte elevado, copa amplia y follaje denso, que permiten reducir la velocidad del viento y proporcionar una sombra uniforme.

CERCO VIVO

Figura 34. Vista general de *Swinglea glutinosa*



Fuente: Consultor 2025

Nombre científico: *Swinglea glutinosa*

Familia: Rutaceae

Descripción: *Swinglea glutinosa* es un arbusto muy apreciado en paisajismo tropical por su follaje brillante, su estructura compacta y su capacidad para formar cercas vivas densas. Su crecimiento es ramificado desde la base, lo que le permite desarrollar una masa vegetal uniforme y continua, ideal para delimitar espacios o crear barreras visuales y físicas. Las hojas son pequeñas, compuestas y de color verde oscuro, con una textura coriácea que permanece todo el año, lo que le confiere un aspecto siempre verde. Aunque puede alcanzar entre tres y cinco metros de altura si se deja crecer libremente, responde muy bien a la poda, permitiendo mantenerlo en alturas controladas y formas definidas. Presenta espinas cortas pero firmes, lo que refuerza su uso como cerco de seguridad.

Su floración es discreta, con pequeñas flores blancas que aparecen esporádicamente, y aunque produce frutos similares a los cítricos, estos no son comestibles. Es resistente a condiciones adversas, tolera bien la sequía y se adapta a suelos variados, lo que la convierte en una especie funcional y estética para proyectos de infraestructura verde, restauración ecológica o bordes paisajísticos en zonas urbanas y rurales.

Función en barrera arbórea: En el caso de especies como *Swinglea glutinosa*, su inclusión en el estrato medio de una barrera arbórea permite conformar una masa vegetal continua que actúa como filtro natural frente a partículas, olores y ruido. Su follaje persistente y aromático contribuye a la dilución de compuestos volátiles, mientras que su ramificación desde la base permite cerrar visualmente el espacio y reforzar la sensación de cobertura. Además, al integrarse con especies de estrato alto (como árboles de copa amplia) y bajo (como herbáceas densas), ayuda a conformar una estructura vegetal estratificada que mejora la eficiencia de la barrera en términos de captura de contaminantes, regulación microclimática y armonización paisajística.

JAZMÍN DE NOCHE

Figura 35. Vista general de *Cestrum nocturnum*.



Fuente: NaturalistaCO & Foster D. (2025).

Nombre científico: *Cestrum nocturnum*

Familia: Solanaceae

Descripción: *Cestrum nocturnum*, conocido como jazmín de noche, presenta yemas vegetativas lineares, rectas o curvas, con márgenes ciliados en su porción distal y tricomas glandulares diminutos. Sus tallos jóvenes son angulosos y medianamente pubescentes, mientras que los adultos se tornan teretes, glabros o ligeramente pubérulos, con vestigios de líneas angulosas. Las unidades simpodiales son difoliadas y anisófilas, dispuestas en plano dístico. Las hojas son simples, alternas, de pecíolo variable, con láminas oblongolanceoladas que

alcanzan hasta 19 cm de largo, glabras, cartáceas, de color verde intenso y lustroso en el haz, con ápice agudo o acuminado y base cuneada, a veces asimétrica.

Las flores, pequeñas y blanco verdosas, nacen en fascículos semejantes a cabezuelas, generalmente opuestas a la hoja mayor. Se agrupan en cimas monocasiales simples, con 3 a 8 flores por racimo, la mayoría caducas. Las inflorescencias son axilares o terminales, colgantes y muy fragantes, formando panículas de hasta 10 cm de largo. El raquis puede presentar pubescencia y se alarga durante la fructificación, lo que contribuye a su valor ornamental y funcional en sistemas vegetales diseñados para control de olores.

Función en barrera arbórea: Esta especie cumple con una función destacada en cercos vivos gracias a su porte arbustivo, su follaje persistente y su capacidad de emitir compuestos aromáticos intensos durante la noche. Estas características lo convierten en una especie útil para reforzar el control de olores en entornos sensibles, ya que su fragancia puede contribuir a la dilución y enmascaramiento de compuestos volátiles. Además, su hábito de crecimiento denso y su tolerancia a podas frecuentes permiten conformar barreras vegetales continuas que delimitan espacios, aportan cobertura visual y mejoran la percepción ambiental.

LIMONARIA

Figura 36. Vista general de *Cymbopogon citratus*.



Fuente: NaturalistaCO & Zamora. (2025).

Nombre científico: *Cymbopogon citratus*

Familia: Poaceae

Descripción: *Cymbopogon citratus*, conocido como limonaria o zacate limón, es una hierba perenne de porte agrupado que puede alcanzar hasta 1,8 metros de altura y 1,2 metros de ancho. Sus hojas son largas, aciculares y de textura correa, con una coloración verde azulada brillante. Presentan venación paralela y un

aroma cítrico intenso al ser trituradas, producto de su alto contenido de citral, neral y aldehído geranial. Aunque los cultivares no suelen producir flores ni panículas, la inflorescencia parcial puede medir entre 30 y 60 cm, compuesta por racimos pareados de espiguillas.

La lámina foliar mide entre 18 y 36 cm, y las hojas secas contienen entre 1 y 2 % de aceite esencial, cuya composición química varía según el hábitat, la genética y el manejo agronómico. Esta especie es valorada tanto por sus propiedades aromáticas como por su capacidad de formar coberturas densas en el estrato herbáceo, lo que la hace funcional en barreras vegetales para el control de olores, especialmente en zonas cálidas y húmedas como el piedemonte amazónico colombiano.

Función en barrera arbórea: Esta planta herbácea perenne se adapta bien a suelos bien drenados, con algo de arcilla, y prospera en climas cálidos y húmedos, lo que coincide con las condiciones agroecológicas del piedemonte amazónico. Además de su valor aromático y medicinal, *Cymbopogon citratus* es útil en franjas vegetales por su porte bajo, su densidad foliar y su capacidad para emitir compuestos volátiles agradables, lo que refuerza su función en el control de olores.

5.3.3. **Espaciamiento entre individuos**

La distribución espacial de las especies seleccionadas responde a criterios de funcionalidad ambiental, eficiencia operativa y compatibilidad con la infraestructura existente. La disposición en franjas escalonadas permite una transición progresiva entre el entorno construido y el paisaje natural, optimizando el uso del espacio disponible y asegurando una cobertura vegetal efectiva en cada estrato. Esta configuración facilita la implementación por etapas, mejora la accesibilidad para labores de mantenimiento y garantiza una respuesta diferenciada frente a los impactos físicos, atmosféricos y ecológicos generados por la operación de la PTAR. A continuación, se detallan los parámetros de espaciamiento y densidad de siembra por tipo de vegetación.

Tabla 5. Espaciamiento de individuos.

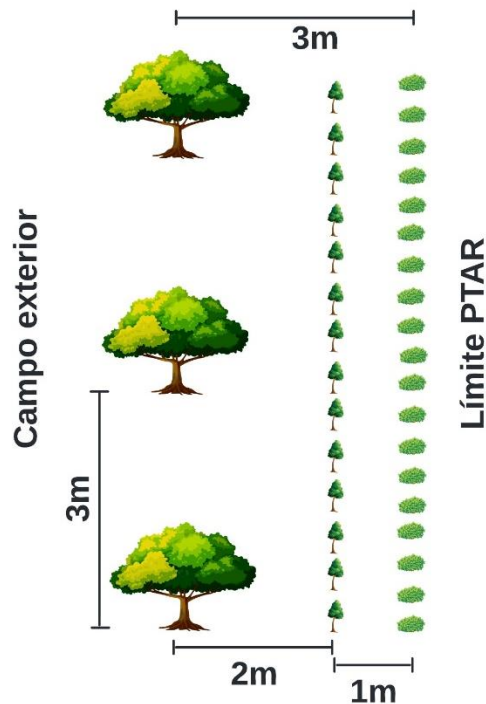
Franja	Distancia entre individuos (m)
Herbáceo - Arbustivo	0,40
Arbustiva	0,50
Arbórea	3

Fuente: Consultor 2025.

5.3.4. **Espaciamiento entre hileras**

Para el espaciamiento entre hileras dentro de la configuración escalonada de la barrera viva se establece una distancia de 1 metro entre la franja herbácea-arbustiva y la arbustiva, lo cual permite una transición suave en el perfil vertical, facilita las labores de mantenimiento y evita interferencias entre sistemas radiculares superficiales. Entre la franja arbustiva y la arbórea, se adopta un espaciamiento de 2 metros, con el fin de garantizar el desarrollo pleno de las copas arbóreas, reducir la competencia por luz y nutrientes, y permitir una adecuada circulación del aire en el dosel superior.

Figura 1. Diseño barrera arbórea.



Fuente: Consultor 2025.

6. ESTABLECIMIENTO DE LA BARRERA VIVA

El proceso de establecimiento de la barrera viva contempla una serie de acciones técnicas orientadas a garantizar la supervivencia, el desarrollo funcional y la integración ecológica de las especies seleccionadas. Estas actividades se estructuran en fases operativas que responden a criterios de eficiencia, adaptación al sitio y compatibilidad con el diseño espacial propuesto.

- **Preparación del sitio:**

Antes de la siembra, se realiza una limpieza integral del área destinada a la compensación, retirando residuos sólidos, materiales antrópicos y vegetación invasora que pueda competir por luz, agua y nutrientes. Esta labor asegura condiciones óptimas para el desarrollo radicular y la restauración del suelo, evitando compactación y facilitando la infiltración de agua.

- **Trazado y distribución espacial:**

El trazado del área de siembra se realizará conforme al diseño funcional de la barrera viva, estableciendo líneas base que permitan mantener la distancia de 3 metros entre individuos dentro de cada franja y respetando los espaciamientos de 1 metro entre la franja herbácea y arbustiva, y 2 metros entre la arbustiva y arbórea. Esta distribución progresiva garantiza una transición estructural entre estratos, evita interferencias radicales y facilita el desarrollo pleno de las copas.

El trazado se ejecutará mediante el uso de estacas, cordeles y niveles manuales, delimitando con precisión la ubicación de cada plántula y asegurando la alineación recta en plano vertical. Se recomienda iniciar el trazado desde puntos de referencia fijos (bordes de infraestructura, cercas o mojones), avanzando en sentido longitudinal para mantener la coherencia espacial del diseño. En

zonas con pendiente, se deberá ajustar el trazado siguiendo curvas de nivel para evitar escorrentías concentradas y favorecer la infiltración.

Este procedimiento no solo garantiza una distribución homogénea de los individuos, sino que también facilita las labores de mantenimiento, monitoreo y reposición, además de contribuir a la eficiencia ecológica y paisajística de la barrera viva en el entorno de la PTAR.

- **Plateo y repique:**

Dado que la barrera viva se establece con una densidad de 3 metros entre individuos en línea y con distancias de 1 metro entre la franja herbácea y arbustiva, y 2 metros entre la arbustiva y arbórea, las actividades de plateo y repique se adaptan para optimizar el desarrollo radicular sin generar competencia entre especies. El plateo se realizará en forma circular o cuadrada, con dimensiones proporcionales al porte y tipo de especie:

Para especies herbáceas de bajo porte, se recomienda un plateo de 60 x 60 cm, con repique central de 20 x 20 x 20 cm, suficiente para estabilizar el suelo y acumular humedad superficial.

En especies arbustivas, el plateo se amplía a 1 x 1 m, permitiendo una mayor aireación y espacio para raíces laterales, con repique central de 25 x 25 x 25 cm.

Para especies arbóreas de copa amplia y raíces profundas, se sugiere plateo de hasta 1,2 x 1,2 m, con repique central de 30 x 30 x 30 cm, asegurando un volumen de suelo suelto que facilite el anclaje y la retención hídrica.

- **Ahoyado:**

Los huecos se abren con dimensiones superiores al tamaño del material vegetal, asegurando suelo suelto en la base para facilitar el anclaje. Para bolsas tipo cafetera (12x18 cm), se recomienda ahoyado de 25x25 cm o 30x30 cm. Esta actividad puede realizarse manualmente o con ahoyadores mecánicos en áreas extensas.

- **Aplicación de abono:**

En suelos erosionados o con baja fertilidad, se adiciona abono orgánico o fertilizante químico en dosis de 20 a 50 g por plántula, según el tipo de insumo. Esta medida mejora la disponibilidad de nutrientes y favorece el establecimiento inicial.

Durante el traslado y establecimiento de las plántulas en el área de intervención de la PTAR de La Unilla, se deben aplicar medidas diferenciadas según el hábito de crecimiento de cada especie, con el fin de preservar su integridad fisiológica y asegurar su adaptación al sitio.

- **Transporte y protección:**

Las plántulas deben ser protegidas del viento excesivo durante el traslado, especialmente aquellas de follaje amplio o estructura frágil (herbáceas y arbustivas). Se recomienda acondicionar el transporte en vehículos abiertos con cubiertas o mallas, evitando el deshoje y el estrés mecánico. Las especies arbóreas, por su porte más robusto, pueden tolerar mejor el traslado, pero deben evitarse golpes en el cuello de la raíz.

- **Aclimatación en sitio:**

Al llegar al predio, el material vegetal no debe permanecer en sombra prolongada, ya que esto puede revertir el proceso de rustificación y aumentar la susceptibilidad a plagas. Las especies herbáceas son

especialmente sensibles a cambios bruscos de luz y humedad, mientras que las arbóreas requieren estabilización térmica antes de la siembra.

- **Riego diferenciado:**

Se recomienda realizar riegos frecuentes, al menos dos veces al día en condiciones de alta radiación. En horas de la tarde, el riego debe aplicarse sobre el sustrato y no sobre las hojas, especialmente en especies de hoja ancha. Las arbustivas y arbóreas pueden requerir mayor volumen de agua por unidad, pero menor frecuencia si el sustrato retiene humedad.

- **Siembra oportuna:**

La siembra debe realizarse lo más pronto posible, ya que el sistema radicular continúa creciendo en la bolsa y puede perder calidad. Las especies de rápido crecimiento deben establecerse primero para conformar los módulos de amortiguación microclimática. Las arbóreas deben sembrarse en los puntos de mayor exposición, con tutores si presentan porte alto.

- **Monitoreo fitosanitario:**

Desde el momento de llegada al sitio, se debe implementar monitoreo de plagas, especialmente hormigas arrieras. Las especies herbáceas y arbustivas son más vulnerables en etapas iniciales, por lo que se recomienda tener listos los insumos para control preventivo.

- **Riego:**

Si la siembra no coincide con época de lluvias, se realiza un riego uniforme posterior a la plantación para asegurar la hidratación del sistema radicular.

- **Cerramiento:**

Para evitar disturbios por tránsito humano o herbívoro, se propone un cerramiento eléctrico con dos líneas de calibre 14 y postes espaciados cada 3 metros. Esta medida protege las plántulas durante su fase crítica de establecimiento y reduce el riesgo de pérdida por pisoteo o ramoneo.

- **Duración estimada:**

Las actividades de siembra se desarrollarán en un periodo de seis meses, con flexibilidad operativa según las condiciones climáticas y el acceso físico al área de intervención.

7. ACCIONES DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento consiste en las actividades a realizar posterior a la siembra para asistir al crecimiento adecuado de los individuos sembrados. Incluye el riego, el plateo periódico, el tutorado, la fertilización, el control fitosanitario, el despeje de líneas de crecimiento y la reposición de individuos. Se propone una duración del mantenimiento de 2 años, con frecuencia trimestral durante el primer año y semestral durante el segundo, teniendo en cuenta que en este rango de tiempo ya se puede evidenciar el establecimiento funcional de la vegetación. Al llevarse a cabo en un área definida para la conservación, bajo supervisión de entidades encargadas de la protección y preservación, se cuenta con respaldo institucional para la continuidad de las medidas.

- **Control de malezas:**

Esta operación consiste en la eliminación o supresión de aquella vegetación indeseable que, si no se toman las medidas correspondientes, impediría el crecimiento de la plantación forestal. Comprende el control sobre gramíneas, malezas y arbustos desde el momento de la plantación, que compitan directamente con las plántulas, así como las operaciones de limpieza y despeje del terreno.

- **Plateo periódico:**
Se realiza alrededor de cada plántula para remover la vegetación arvense y reactivar el suelo, favoreciendo la infiltración de agua, la aireación y la acumulación de humedad en la zona radicular. Las dimensiones del plateo se ajustan al hábito de crecimiento de cada especie, siendo más amplias en individuos arbóreos.
- **Fertilización:**
Se debe fertilizar cuando existen deficiencias de nutrientes o una falta generalizada de fertilidad que afecten la plantación y el desarrollo de los árboles. La fertilización estimula el crecimiento, acelerando el ritmo de desarrollo incluso en sitios donde este es moderado. Se pueden emplear abonos orgánicos como compost (mezcla de materia orgánica, residuos de cocina y tierra) o fertilizantes químicos como Triple 15, en dosis ajustadas según el tipo de especie.
- **Riego suplementario:**
Especialmente en épocas secas, se recomienda realizar riegos localizados sobre el sustrato, evitando el contacto directo con el follaje para prevenir quemaduras y enfermedades fúngicas. La frecuencia y volumen se ajustan al porte y requerimientos hídricos de cada especie.
- **Tutorado:**
Se aplica en especies arbóreas de porte alto o crecimiento vertical acelerado, con el fin de evitar inclinaciones, quiebres por viento o deformaciones estructurales. Se recomienda el uso de estacas firmes y resistentes, colocadas sin dañar el sistema radicular.
- **Control de insectos y patógenos:**
Aplicación de insecticidas y plaguicidas dependiendo del tipo de insecto y el estado fitosanitario. Estas aplicaciones deben ser lo más específicas posibles y evitar afectar la artropofauna del sector. Se prioriza el monitoreo preventivo y el uso de insumos compatibles con procesos de restauración ecológica.
- **Despeje de líneas de crecimiento:**
Consiste en la remoción de elementos físicos o vegetación invasora que interfiera con el desarrollo vertical y lateral de las copas, especialmente en zonas de transición entre franjas. Esta acción mejora la captación de luz y reduce la competencia estructural entre individuos.
- **Plantación de reposición:**
En toda plantación se debe aspirar a no tener que hacer reposición, pero dado el caso que se presenten factores que produzcan mortalidad en las plántulas, deben ser reemplazadas con material vegetal equivalente, respetando el diseño original y el hábito de crecimiento de cada especie.
- **Poda dirigida en *Swinglea glutinosa*:**
A diferencia del resto de especies utilizadas en la barrera viva, *Swinglea glutinosa* requiere poda periódica para mantener su estructura compacta, controlar el crecimiento lateral y evitar interferencias con otras franjas vegetales. Esta especie, de hábito arbustivo denso, se utiliza como componente de cerramiento visual y físico, por lo que su manejo silvicultural es necesario para conservar su funcionalidad. La poda se realizará cada seis meses durante los dos primeros años, eliminando ramas laterales excesivas y brotes que comprometan la forma deseada. Esta intervención puntual no compromete el enfoque del proyecto, ya que se limita a una especie de uso estructural y no ecológico.

8. MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS

Durante la implementación de la medida de compensación mediante el establecimiento de la barrera viva en el entorno de la PTAR de La Unilla, se contempla un protocolo específico para el manejo de residuos generados en las fases de preparación, siembra y mantenimiento, con el fin de evitar afectaciones ambientales y asegurar la sostenibilidad de las acciones restaurativas.

Manejo de residuos vegetales:

Los residuos de material vegetal producto de limpiezas previas, plateos, podas dirigidas (como en el caso de *Swinglea glutinosa*) y despejes serán recolectados y dispuestos de manera controlada dentro del predio. Cuando sean aprovechables como leña o insumo para compostaje, podrán ser donados a la comunidad local o reincorporados al suelo como materia orgánica, favoreciendo la recuperación edáfica. Las franjas de protección hídrica, caños y drenajes presentes en el área de intervención permanecerán libres de residuos durante y después de la ejecución de las labores, garantizando la conservación de los servicios ecosistémicos asociados.

Manejo de residuos sólidos:

Los residuos generados por las actividades de establecimiento y mantenimiento —como bolsas plásticas utilizadas en las plántulas, empaques de icopor, envases, envoltorios o cintas de marcación— serán recolectados, clasificados y almacenados temporalmente en sitios señalizados dentro del predio, conforme a lo dispuesto en la Resolución No. 2184 de 2019. Se evitará su dispersión por acción del viento o escorrentía, y posteriormente serán entregados a gestores ambientales autorizados para su reciclaje, valorización o disposición final. Esta práctica contribuye a la reducción de impactos derivados de la disposición inadecuada de residuos no biodegradables.

Manejo de residuos líquidos:

En caso de utilizar insumos líquidos como aceites, combustibles o lubricantes asociados al mantenimiento de herramientas menores, estos deberán depositarse en recipientes seguros que permitan su almacenamiento temporal y posterior entrega a gestores autorizados. Se realizará mantenimiento preventivo de equipos para evitar fugas y escorrentía contaminante hacia el suelo o cuerpos de agua cercanos, reduciendo riesgos de afectación sobre la vegetación y la fauna del área de compensación.

En ningún caso los residuos generados durante la ejecución de la medida serán arrojados a cauces, rondas hídricas o áreas intervenidas. La correcta disposición de residuos vegetales, sólidos y líquidos constituye una medida preventiva esencial para asegurar la integridad ecológica del sitio, la funcionalidad de la barrera viva y la conservación de los servicios ecosistémicos en el área de intervención.

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Teniendo en cuenta las actividades enunciadas a lo largo del documento, una vez este se apruebe por parte de la Corporación se procederá a realizar la siembra del 100% de la barrera viva en el primer año.

La siembra de las especies se llevará a cabo durante la época de lluvias, comprendida entre los meses de marzo a junio. Esta programación permite aprovechar la mayor disponibilidad hídrica del suelo y del ambiente, reduciendo la necesidad de riego suplementario y aumentando la probabilidad de éxito en el establecimiento de las plántulas. De esta manera, se asegura que las condiciones climáticas favorezcan la adaptación inicial de los individuos, contribuyendo a la efectividad de las medidas de compensación propuestas.

Tabla 6. Cronograma de actividades

Actividad	Año 1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del terreno												
Trazado												
Plateo y ahoyado												
Transporte de plántulas												
Plantación												
Control fitosanitario												
Fertilización												
*Mantenimiento 1												
*Mantenimiento 2												
*Monitoreo 1												
Actividad	Año 2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
*Control fitosanitario												
*Mantenimiento 3												
*Mantenimiento 4												
*Monitoreo 2												
Actividad	Año 3											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
*Control fitosanitario												
*Mantenimiento 5												
*Mantenimiento 6												
*Monitoreo 3												

Nota: Las actividades señaladas con (*) deberán ser ejecutadas por parte del municipio y/o el operador responsable de la operación del sistema de tratamiento de aguas residuales. En este sentido, una vez el contratista finalice y entregue el proyecto, dichas obligaciones quedarán a cargo del municipio u operador, quienes deberán garantizar su cumplimiento durante los años 1, 2 y 3 posteriores a la entrega de la obra.

10. CONCLUSIONES

La implementación de la barrera viva en el perímetro de la PTAR de La Unilla no solo responde a criterios de mitigación atmosférica y paisajística, sino que también cumple una función ecológica estratégica al favorecer la conectividad entre fragmentos de vegetación y cuerpos de agua artificiales presentes en el área de influencia. La caracterización de fauna en zonas similares ha evidenciado que especies silvestres utilizan estos espacios como refugio, sitio de tránsito o áreas de reproducción, especialmente en ecosistemas intervenidos. La presencia de especies indicadoras de calidad ambiental en lagunas artificiales y bordes vegetados sugiere que, con un diseño adecuado y una selección funcional de especies, es posible consolidar corredores ecológicos que refuercen la resiliencia del paisaje. En este sentido, la participación comunitaria en procesos de restauración, el establecimiento de vegetación nativa y la conformación de hábitats estructurados permiten no solo mejorar las condiciones ecológicas locales, sino también ampliar el potencial de observación y conservación de especies que difícilmente se detectan en hábitats naturales fragmentados.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Betancur Pérez, (2017) Implementación de sistemas de tratamiento básico, para el manejo y control de olores ofensivos en la planta de tratamiento de aguas residuales, municipio del Retiro–Antioquia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13206/43253983.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>
- Carvajal Salcedo, T., & Cuesta Peralta, A. (2016). Conservación y composición nutricional del follaje de sauco (*Sambucus nigra*). Pastos y forrajes, 39(2), 125-132. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942016000200007
- CORMACARENA. (2014). Cercas vivas para barrera multiestrato control de olores ofensivos para el Departamento del Meta. Villavicencio, Colombia.
- CORPOBOYACA. (2016) Recomendaciones para la implementación de cercas vivas y barreras rompevientos. https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wpcontent/uploads/2016/01/CAPITULO_III_RECOMENDACIONES_PARA_LA_IMPLEMENTACION_DE_CERCAS_VIVAS_Y_BARRERAS_ROMPEVIENTOS.pdf
- Cuartas, Y., & Castaño, E. (2008). Descripción botánica y fitoquímica Del jazmín de noche (*Cestrum nocturnum* L.). Boletín Científico Centro De Museos De Historia Natural, 12, 17-24.
- Dirección Nacional de Alimentación de Argentina. (s.f.). Obtenido de http://www.conal.gob.ar/Notas/Recomenda/Manejo_plagas.pdf
- Gamboa Salazar, J. P., Mejía Valderrama, M. C., & Duque Arias, C. E. (2016). Identificación de alternativas para el manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en las granjas porcícolas de la Región Valles de San Nicolás del Oriente Antioqueño (Doctoral disertación, Corporación Universitaria Lasallista).
- Gamboa, D. F. (2017). Evaluación del desempeño ambiental del frigorífico de Zipaquirá. Bogotá D.C.
- Garretas, B. D., & Díez, R. A. (2011). Plantas tóxicas en la flora ornamental de Málaga. Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias, (13), 59-73.
- Gómez, E. (2015). Olor y derecho. San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante. González, J. C. A., de Colmenares, N. G., Usubillaga, A., Darghan, E., & Linares, S. (2008). Evaluación de variables agronómicas en el cultivo de limonaria (*Cymbopogon citratus* Stapf) para la producción de aceite esencial. Interciencia, 33(9), 693-699.
- Iglesias, A., Pertejo, L., & Sánchez, G. (2012). Contaminación Odorífera. INVIMA. (2015). Manual de inspección, vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas basado en riesgo para las entidades territoriales de salud. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (16 de diciembre de 2014). Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisionesatmosfericas_contaminantes/Resoluci%C3%B3n_2087_de_2014_Protocolo_Olores_Ofensivosdf
- Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible. (2015) Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de. Olores Ofensivos Bogotá, Colombia. https://www.minambiente.gov.co/images/Atencion_y_participacion_al_ciudadano/Consulta_Publica/Protocolo_para20_Monitoreo_Control_y_Vigilancia_de_Olores_Ofensiv.pdf. p. 23.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en áreas urbanas. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/impacto-oloresofensivos-salud.pdf>

Mira, Á. P. (2019). Riesgos para la salud Pública relacionados con la instalación de macro granjas porcinas. Obtenido de https://www.clm21.es/adjuntos/5821/Riesgos_para_la_Salud_Publica_relacionados_con_la_instalacion_de_macrogranjas_porcinas,_Dra._Angela_Prado_Mira.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2 de mayo de 2018). Calidad del aire y salud.

Patiño, Miguel. Legislación ambiental colombiana. [En línea]. Universidad Santo Tomás, Centro de Enseñanza Desescolarizada, 1985. [Citado el 25 de marzo del 2015]. Disponible en internet: <http://bit.ly/1WG0Uip>. p. 201

Vargas, C.(2020) Diseño de un sistema de barreras vivas para el control de olores ofensivos provenientes del sector porcícola, en la comunidad Corocito del resguardo indígena Wayoco, Puerto Gaitán, Meta. Vieda

Puentes, A. A. (2016). Diseño de una planta de beneficio de ganado bovino para el municipio de El Retén del departamento de Magdalena. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/129

PROFESIONALES QUE INTERVINIERON EN LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE ESTABLECIMIENTO DE BARRERA VIVA

No.	NOMBRE	PROFESION	DESCRIPCIÓN
1	Alejandro Alarcón	Ingeniero Forestal	Análisis de información, diseño de barrera arbórea

12. ANEXOS

1. Localización y proyección de individuos en la barrera arbórea (archivo en formato shapefile)



PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

SISTEMA DE COORDENADAS: ORIGEN
NACIONAL (CTM-12)
PROYECCIÓN: TRANSVERSAL DE
MERCATOR
DATUM: MAGNA
FALSO ESTE: 5000000,0
FALSO NORTE: 2000000,0
MERIDIANO CENTRAL: -73,0

CONVENCIONES

PTAR



Barrera arborea



Barrera arbustiva



Barrera herbacea

BARRERA ARBÓREA PTAR LA UNILLA

ESCALA

0 2,755,5 11 16,5 22



MATRICULA PROFESIONAL

091226-0540317 CND

R2020041638

INGENIERIA FORESTAL

ALEJANDRO ALARCON

ID: 1010224084

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO
JOSE DE CALDAS

*Documento válido para el proyecto "Construcción de alcantarillado pluvial, sanitario y
PTAR inspección La Unilla" - Barrera arborea*



REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

