

|                                                                                                                                                                               |                                                       |                                          |                             |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| <br>Universidad Francisco<br>de Paula Santander<br>Ocaña - Colombia<br>Vigilada MinEducación | <b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b> |                                          |                             |                     |
|                                                                                                                                                                               | <b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>  | Documento<br><b>F-AC-DBL-007</b>         | Código<br><b>08-07-2021</b> | Fecha<br><b>B</b>   |
|                                                                                                                                                                               | Dependencia<br><b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>          | Aprobado<br><b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b> |                             | Pág.<br><b>1(1)</b> |
|                                                                                                                                                                               |                                                       |                                          |                             |                     |

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                       |                   |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|
| AUTORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nancy Sanguino Pérez<br>Leidy Milena Velásquez López                                                                                  |                   |           |
| FACULTAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ciencias Agrarias Y Del Ambiente                                                                                                      |                   |           |
| PLAN DE ESTUDIOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Ingeniería Ambiental                                                                                                                  |                   |           |
| DIRECTOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Wilson Angarita Castilla                                                                                                              |                   |           |
| TÍTULO DE LA TESIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Evaluación ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales localizada en el sector Berlín del municipio de Inírida-Guainía. |                   |           |
| TITULO EN INGLES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Enviromental evaluation of the wasterwater treatment plant located in the Berlín sector of the municipality of Inírida-Guainía.       |                   |           |
| RESUMEN<br>(70 palabras)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                       |                   |           |
| <p>Este trabajo de investigación busca determinar y dar a conocer el nivel de afectación del cuerpo hídrico caño motobomba mediante la evaluación ambiental de la planta de tratamiento que vierte sus aguas residuales directamente sobre este, trazando una línea base ambiental del área estudiada, identificando los impactos ambientales generados y proponiendo alternativas de manejo ambiental que aporten en el cuidado de los cuerpos de agua del municipio de Inírida, Guainía.</p> |                                                                                                                                       |                   |           |
| RESUMEN EN INGLES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                       |                   |           |
| <p>This research work seeks to determine and publicize the level of affectation of the caño motobomba water body through the environmental evaluation of the treatment plant that discharges its wastewater directly onto it, drawing an environmental baseline of the studied area, identifying the environmental impacts generated and proposing environmental management alternatives that contribute to the care of the water bodies of the municipality of Inírida, Guainía.</p>          |                                                                                                                                       |                   |           |
| PALABRAS CLAVES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Agua residual, Impacto, Contaminación, Calidad del agua.                                                                              |                   |           |
| PALABRAS CLAVES EN INGLES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Residual wáter, Impact, Pollution, Water quality.                                                                                     |                   |           |
| CARACTERÍSTICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                       |                   |           |
| PÁGINAS: 92                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PLANOS: 0                                                                                                                             | ILUSTRACIONES: 26 | CD-ROM: 1 |

**Evaluación ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales localizada en el  
sector Berlín del municipio de Inírida - Guainía.**

**Leidy Milena Velásquez López**

**Nancy Sanguino Pérez**

**Facultad De Ciencias Agrarias Y Del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander**

**Ocaña**

**Ingeniería Ambiental**

**Mag. Wilson Angarita Castilla**

**18 Noviembre del 2022**

### **Dedicatoria**

Queremos dedicar este proyecto de investigación especialmente a Dios por su inmenso amor, quien nos enseñó que si se tiene un sueño y luchamos con fe, perseverancia y dedicación se es testigo de su gloria haciendo posible ese sueño convertirse en una realidad, a nuestros padres por sus esfuerzos, apoyo y amor en todo momento pues más que nosotras ellos son los merecedores de este triunfo, ya que sin ellos nada hubiese sido posible.

### **Agradecimiento**

El agradecimiento de este proyecto va dirigido primeramente a Dios que nos permitió llegar al final de este camino de aprendizaje, a nuestros padres por su apoyo incondicional, a la UFPSO por abrirnos las puertas y de esta manera poder adquirir los conocimientos para desempeñarnos como profesionales, a todos los profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente por sus enseñanzas, al Mag. Wilson Angarita por su apoyo, su tiempo y colaboración durante todo el desarrollo de este trabajo, al laboratorio clínico del Guainía Waata-piakao por su acompañamiento y colaboración en la toma de muestras de agua y por último a nuestros compañeros, amigos y demás personas que de una manera u otra aportaron su granito de arena haciendo posible la culminación de nuestro proyecto.

Nuestros más sinceros agradecimientos a todos ustedes por hacer parte de una etapa muy importante en nuestras vidas.

## Índice

|                                                                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capítulo 1. Evaluación ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales<br/>localizada en el sector Berlín del municipio de Inírida - Guainía. ....</b> | <b>8</b>  |
| 1.1 Planteamiento del problema.....                                                                                                                                 | 8         |
| 1.2 Formulación del problema .....                                                                                                                                  | 9         |
| 1.3 Objetivos .....                                                                                                                                                 | 10        |
| 1.3.1 Objetivo general.....                                                                                                                                         | 10        |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....                                                                                                                                   | 10        |
| 1.4 Justificación .....                                                                                                                                             | 10        |
| 1.5 Delimitaciones .....                                                                                                                                            | 12        |
| 1.5.1 Geográfica.....                                                                                                                                               | 12        |
| 1.5.2 Conceptual .....                                                                                                                                              | 12        |
| 1.5.3 Temporal .....                                                                                                                                                | 13        |
| 1.5.4 Operativa.....                                                                                                                                                | 13        |
| <b>Capítulo 2. Marco Referencial.....</b>                                                                                                                           | <b>14</b> |
| 2.1 Marco histórico .....                                                                                                                                           | 14        |
| 2.1.1 Historia de la evaluación de impactos ambientales .....                                                                                                       | 14        |
| 2.1.2 Aguas negras el rastro de nuestra historia.....                                                                                                               | 15        |
| 2.2 Marco conceptual.....                                                                                                                                           | 16        |
| 2.3 Marco teórico .....                                                                                                                                             | 18        |
| 2.3.1 Teoría del Desarrollo Sustentable.....                                                                                                                        | 18        |

|                                                                                                                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.2 Calidad del agua un enfoque multidisciplinario .....                                                                                                                              | 4<br>20   |
| 2.3.3 Recurso hídrico .....                                                                                                                                                             | 22        |
| 2.4 Marco legal .....                                                                                                                                                                   | 23        |
| <b>Capítulo 3. Diseño metodológico .....</b>                                                                                                                                            | <b>24</b> |
| 3.1 Tipo de investigación .....                                                                                                                                                         | 24        |
| 3.2 Población.....                                                                                                                                                                      | 24        |
| 3.3 Selección de la muestra.....                                                                                                                                                        | 25        |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información .....                                                                                                                         | 25        |
| <b>Capítulo 4. Administración del proyecto .....</b>                                                                                                                                    | <b>40</b> |
| 4.1 Recursos humanos .....                                                                                                                                                              | 40        |
| 4.2 Recursos financieros .....                                                                                                                                                          | 41        |
| <b>Capítulo 5. Resultados .....</b>                                                                                                                                                     | <b>42</b> |
| 5.1 Realizar la línea base ambiental del área de influencia de la planta de tratamiento<br>de aguas residuales Berlín, mediante la descripción de los elementos del medio ambiente..... | 42        |
| 5.2 Identificar y calificar los impactos ambientales causados en el entorno por el<br>funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales. ....                              | 64        |
| 5.3 Proponer medidas de manejo ambiental tomando como base los resultados y<br>análisis obtenidos .....                                                                                 | 71        |
| <b>Capítulo 6. Conclusiones .....</b>                                                                                                                                                   | <b>80</b> |
| <b>Capítulo 7. Recomendaciones .....</b>                                                                                                                                                | <b>84</b> |
| <b>Referencias.....</b>                                                                                                                                                                 | <b>86</b> |
| <b>Apéndice.....</b>                                                                                                                                                                    | <b>89</b> |

## Lista de tablas

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Normatividad legal.....                                                                                        | 23 |
| <b>Tabla 2.</b> Normatividad sobre recurso hídrico.....                                                                        | 23 |
| <b>Tabla 3.</b> Normatividad sobre recurso aire .....                                                                          | 23 |
| <b>Tabla 4.</b> Escala de clasificación ICO'S .....                                                                            | 33 |
| <b>Tabla 5.</b> Escala de olores ofensivos .....                                                                               | 33 |
| <b>Tabla 6.</b> Rangos de importancia.....                                                                                     | 38 |
| <b>Tabla 7.</b> Cronograma de actividades .....                                                                                | 40 |
| <b>Tabla 8.</b> Recursos financieros .....                                                                                     | 41 |
| <b>Tabla 9.</b> Clasificación taxonómica de especies presentes en el área de influencia de la PTAR Berlín Inirida-Guainia..... | 46 |
| <b>Tabla 10.</b> Clasificación taxonómica de la fauna, del área de influencia .....                                            | 49 |
| <b>Tabla 11.</b> Muestreo de agua superficial antes del vertimiento.....                                                       | 60 |
| <b>Tabla 12.</b> Muestreo de agua superficial después del vertimiento .....                                                    | 62 |
| <b>Tabla 13.</b> Muestreo de agua superficial en la PTAR .....                                                                 | 64 |
| <b>Tabla 14.</b> Datos encuesta comunidad.....                                                                                 | 65 |
| <b>Tabla 15.</b> Clasificación de los impactos ambientales .....                                                               | 69 |

## Lista de Figuras

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica.....                                           | 12 |
| <b>Figura 2</b> Vista de perfil y superior de la PTAR Berlin .....                   | 31 |
| <b>Figura 3.</b> Calidad ambiental (uso del suelo) .....                             | 36 |
| <b>Figura 4.</b> Modelo matriz de evaluación .....                                   | 38 |
| <b>Figura 5.</b> Conocimiento sobre agua residual .....                              | 52 |
| <b>Figura 6.</b> Conocimiento sobre los riesgos de aguas residuales en la salud..... | 52 |
| <b>Figura 7.</b> Afectación del cuerpo de agua por vertimientos .....                | 53 |
| <b>Figura 8.</b> Presencia de olores ofensivos en viviendas.....                     | 54 |
| <b>Figura 9.</b> Ponderación sobre olores ofensivos en viviendas .....               | 54 |
| <b>Figura 10.</b> Frecuencia en que perciben olores ofensivos.....                   | 55 |
| <b>Figura 11.</b> Época del año en que se presentan mayores olores ofensivos.....    | 56 |
| <b>Figura 12.</b> Afectación de la salud por la PTAR.....                            | 56 |
| <b>Figura 13.</b> Puntos de muestreo.....                                            | 58 |
| <b>Figura 14.</b> ICOMO antes del vertimiento .....                                  | 61 |
| <b>Figura 15.</b> ICOMO después del vertimiento.....                                 | 63 |
| <b>Figura 16.</b> Clasificación de los olores ofensivos .....                        | 66 |
| <b>Figura 17.</b> Frecuencia de los olores ofensivo .....                            | 67 |
| <b>Figura 18.</b> Tiempo de intensidad de los olores ofensivos.....                  | 67 |
| <b>Figura 19.</b> Toma de muestras.....                                              | 89 |
| <b>Figura 20.</b> Toma de muestra .....                                              | 89 |
| <b>Figura 21.</b> Encuestado.....                                                    | 90 |
| <b>Figura 22.</b> Entrevista.....                                                    | 90 |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 23.</b> Entrevista.....                             | 91 |
| <b>Figura 24.</b> Visita a la PTAR.....                       | 91 |
| <b>Figura 25.</b> Identificación de especies florísticas..... | 91 |
| <b>Figura 26.</b> Entrada PTAR Berlín .....                   | 92 |

## **Capítulo 1. Evaluación ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales localizada en el sector Berlín del municipio de Inírida - Guainía.**

### **1.1 Planteamiento del problema**

La afectación al recurso hídrico es una de las problemáticas ambientales que más aqueja el departamento del Guainía, mediante el vertimiento de aguas residuales que generan una gran contaminación a los cuerpos hídricos que son receptores de esta, ya que no se les dan un adecuado manejo a estos vertimientos, afectando así, todo un ecosistema.

Actualmente el municipio de Inírida tiene un sistema de alcantarillado en precarias condiciones; cuenta con la infraestructura de tres (3) plantas de tratamiento de aguas residuales. (PTAR Paujil, PTAR Berlín, PTAR Esperanza). De las cuales la PTAR Berlín es la única en funcionamiento, operado por la empresa aguas del Guainía APC; el vertimiento de esta se realiza en el caño Motobomba, el cual se encuentra a unos 300 m de distancia del río Inírida; y que según la resolución 212 de 2006 es una de las 4 micro cuencas declarada por la autoridad ambiental como área de preservación y protección ambiental, incluyendo su área de nacimiento y rondas hídricas. Esta es una de las microcuencas tributarias del río Inírida y este río principal a su vez abastece el acueducto municipal.

Así mismo, según la Resolución 102 del 2016, contemplada por la CDA (Corporación para el Desarrollo sostenible del norte y del oriente Amazónico), manifiesta que, durante los informes de visita y control y seguimiento ambiental, encontraron varias irregularidades, una de ellas es la evidencia de que el sistema está colapsado, porque no se evidencia ningún tipo de mantenimiento que permita la funcionalidad óptima del sistema, lo cual viene causando efectos

negativos principalmente a la comunidad en general y el entorno ambiental de la zona, que contribuye a un deterioro paulatino del sistema ecológico y su ecosistema (Principalmente en la desaparición de especies endémicas de fauna y flora).

Por lo anterior, la descarga de aguas residuales sin tratamiento e incumpliendo la norma de vertimientos puede generar afectaciones negativas al medio ambiente y a la salud humana, por el cambio significativo en la concentración de los constituyentes del cuerpo de agua receptor lo que puede derivar en pérdida de biodiversidad, generación de olores ofensivos, generación de vectores, restricción en usos del recurso hídrico e impacto paisajístico. Además de las implicaciones ambientales y de salud humana, el manejo actual de las aguas residuales en el Municipio de Inírida, Guainía puede derivar en problemas legales por incumplimiento normativo y contaminación del medio ambiente, además por el descuido de la Planta de tratamiento de aguas Residuales al no realizar el mantenimiento adecuado de sus instalaciones lo que ocasiona en estos momentos molestias en la comunidad, arriesgando principalmente su salud y su calidad de vida.

Actualmente se reconoce la importancia de evaluar la situación actual de esta planta para determinar la calidad y los parámetros mínimos que se están cumpliendo en el tratamiento conforme a la Resolución 0631 de 2015.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuáles son los impactos ambientales generados por la planta de tratamiento de aguas residuales Berlín y de qué manera afecta a la comunidad y su entorno?

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Realizar la evaluación ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales en el sector Berlín del municipio de Inírida – Guainía.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Realizar la línea base ambiental del área de influencia de la planta de tratamiento de aguas residuales Berlín, mediante la descripción de los elementos del medio ambiente.

Identificar y calificar los impactos ambientales causados en el entorno por el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Proponer medidas de manejo ambiental tomando como base los resultados y análisis obtenidos

### **1.4 Justificación**

El tratamiento de las aguas residuales es uno de los aspectos de mayor importancia a nivel social y ambiental de cualquier comunidad, cuando entramos en contacto o ejecutamos actividades de tipo domésticas o industriales generamos vertimientos de diferentes características que al entrar en contacto con las comunidades puede generar impacto o problemas de salud pública en particular con la contaminación de fuentes Mundial (2020), manifiesta que: “el tratamiento de las aguas residuales tiene un doble valor, además de los beneficios medioambientales y para la salud, puede ofrecer beneficios económicos al reutilizarse en distintos sectores; sus productos derivados, como los nutrientes y el biogás, pueden aplicarse a la agricultura y utilizarse para la generación de energía, e igualmente los ingresos adicionales que

se obtengan de este proceso pueden ayudar a cubrir costos operativos y de mantenimiento de los servicios públicos de agua”.

Según el Informe Mundial sobre Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017 se demuestra que una mejor gestión de las aguas residuales implica no solo la reducción de la contaminación en las fuentes, sino también la eliminación de contaminantes de los flujos de aguas residuales, la reutilización de las aguas regeneradas y la recuperación de los subproductos útiles.

Conjuntamente, estas cuatro acciones generan beneficios sociales, ambientales y económicos para toda la sociedad, contribuyendo así al bienestar y a la salud, a la seguridad del agua y al desarrollo sostenible. La problemática de las aguas residuales cada día en la comunidad del Municipio Inírida, es mayor ya que la generación de olores ofensivos y el grado de contaminación del cuerpo de agua en estos momentos es incierto, se crea la necesidad de investigarlo más a fondo para el beneficio de la comunidad, para así dar un informe más detallado de dicha problemática mencionada anteriormente.

Es de resaltar que el proyecto de investigación es viable, ya que se cuenta con los recursos necesarios para llevarlo a cabo. Así mismo, se cuenta con acceso en la recolección de toda información existente a través de entrevistas, encuestas, monitoreos entre otros, contando con personas vinculadas y capacitadas para facilitarla permitiendo así el desarrollo continuo del proyecto. La propuesta, aporta de manera efectiva y consistente a la formación del autor del proyecto, retroalimentando así los conocimientos obtenidos durante la carrera para su respectiva aplicabilidad y ejecución, entre ellos se tienen: la evaluación de impacto ambiental, gestión de calidad del aire, y contaminación ambiental, gestión de residuos líquidos y gestión integral del agua. Esta evaluación pretende ser la base informativa que impulse a la proyección y ejecución de planes de mejora que aporten en el cuidado de los cuerpos de agua del municipio de Inírida.

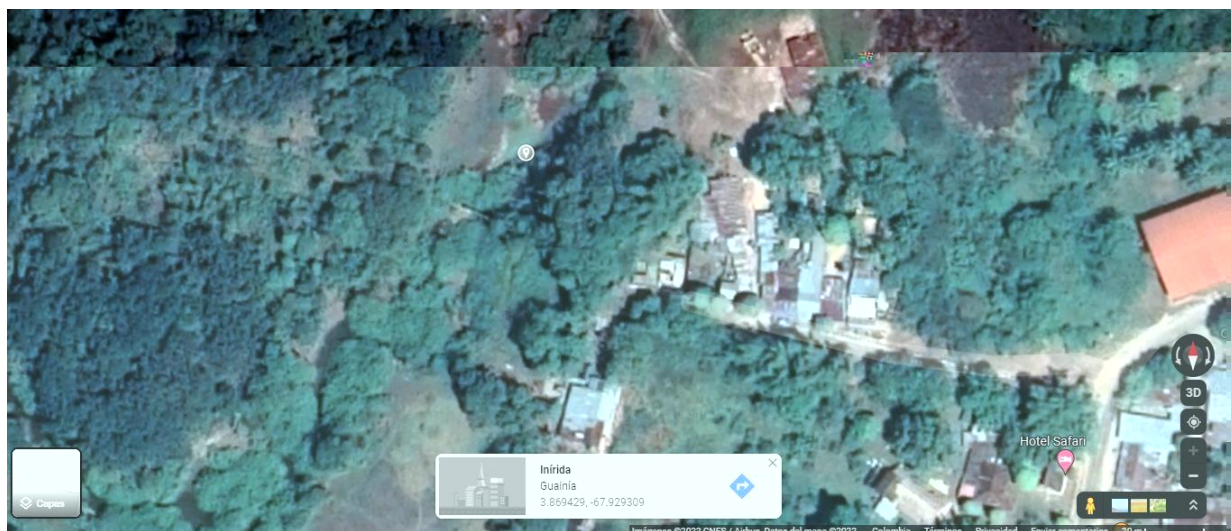
## 1.5 Delimitaciones

### 1.5.1 Geográfica

El proyecto de investigación se realizó en el vertimiento puntual ubicado en Inírida, Guainía, con las siguientes coordenadas N 3°52'01.848" W 67°55'35.2812".

#### Figura 1

##### *Ubicación geográfica*



Fuente: Google Maps (2022).

### 1.5.2 Conceptual

Este proyecto está delimitado por los conocimientos adquiridos en la universidad relacionando las áreas aplicativas dirigidas en la realización de la investigación de la evaluación, abarcando temas y áreas de conocimiento como: Contaminación ambiental, gestión de residuos líquidos, contaminación del agua, Planta de tratamiento, calidad del agua, parámetros de calidad del agua.

### ***1.5.3 Temporal***

El proceso de investigación se llevó a cabo, en un lapso de tiempo de 4 meses, luego de ser aprobado el anteproyecto de investigación

### ***1.5.4 Operativa***

En el proceso de esta investigación se requiere previo conocimiento y utilización de herramientas tecnológicas tales como: GPS y herramientas e instrumentos para levantamiento de información en campo y en los laboratorios a realizar, que aportaran en la recopilación de datos, sirviendo como mecanismos de apoyo en la ejecución de este proyecto.

## Capítulo 2. Marco Referencial

### 2.1 Marco histórico

#### 2.1.1 *Historia de la evaluación de impactos ambientales*

La evaluación del impacto ambiental surge en el fin de los años 60 en Estados Unidos con el nombre de “environmental impact assessment” (E.I.A.) – en algunos casos en lugar de “Assessment” se puede encontrar Analysis o Statement). El EIA introduce las primeras formas de control de las interacciones de las intervenciones humanas con el ambiente (ya sea en forma directa o indirecta), mediante instrumentos y procedimientos dirigidos a prever y evaluar las consecuencias de determinadas intervenciones. Todo esto con la intención de reducir, mitigar, corregir y compensar los impactos.

En 1969 se da un paso adelante, en los Estados Unidos, con la aprobación del “National Environmental Policy Act” (N.E.P.A.). Esta normativa dispone la introducción del EIA, el refuerzo del “Environmental Protection Agency” (con un rol administrativo de control), y dispone la creación del “Council on Environmental Quality” (con un rol consultivo para la presidencia).

En 1979, se aprueba el “Regulations for implementing the Procedural Provisions of N.E.P.A.”, un reglamento que vuelve obligatorio el EIA para todos los proyectos públicos, o que estén financiados por fondos públicos. El estudio del impacto ambiental es ejecutado directamente por la autoridad competente en otorgar la respectiva licencia final, está prevista la emanación de dos actos separados: uno relativo a la evaluación de los impactos ambientales y el otro relativo a la autorización de ejecutar la obra.

En 1992 en **Canadá** surge la norma “Environmental Assessment Review Process”, una norma específica referida a la evaluación del impacto ambiental, siguiendo en líneas generales la normativa de los Estados Unidos. En el 1977 se introducen cambios en la normativa sin alterar su sustancia. La norma se aplica a proyectos públicos o a proyectos financiados con recursos públicos.

En 1976 en Francia se aprueba la ley n. 76-629 (del 10 de julio de 1976), relativa a la protección de la naturaleza. Esta ley introduce tres niveles diferentes de evaluación: Estudios ambientales; noticias de impactos; y, estudios de impactos. Se inician las bases para el estudio de impactos ambientales en el ámbito europeo. En efecto en 1985 la Comunidad Europea emana la *Directiva 337/85/CEE referida a evaluación del impacto ambiental en determinados proyectos públicos y privados*. La primera aplicación de esta nueva normativa se da en Holanda, en 1986, aprobando una norma ampliada, con particular énfasis en las evaluaciones a ser efectuadas en fase de diseño. El elemento central de la norma holandesa es el análisis comparativo de las alternativas y evaluación de sus respectivos impactos, con la finalidad de determinar la mejor solución en términos ambientales.

En 1979 se comienza a considerar los impactos ambientales de los grandes embalses en Brasil, dirigidos principalmente a elaborar planes de mitigación, en la fase de llenado de los embalses (BOE, 2013).

### ***2.1.2 Aguas negras el rastro de nuestra historia***

A finales del siglo XIX comenzaron a utilizarse los avances en microbiología para tratar las aguas residuales y en 1914 los ingenieros Edward Arden y William T. Lockett, descubrieron los fangos activos, uno de los sistemas de tratamiento biológico para la depuración de la

contaminación orgánica de aguas residuales que todavía usamos en las actuales depuradoras (Morillo, 2017).

Sin embargo, la revolución industrial conllevó otro problema para el agua: la contaminación química, que se sumó a la fecal de las aguas negras. De este modo se dio la paradoja de que mientras avanzábamos en el tratamiento de la contaminación orgánica, los vertidos industriales comenzaron a contaminar ríos y mares muchas veces de un modo inconsciente con productos de los que más tarde descubrimos su nocividad: metales pesados, pesticidas, DDT, nitratos (Morillo, 2017).

En la década de 1970 comenzó en el mundo desarrollado una gran reacción internacional en contra de la contaminación del agua, tanto la industrial como la fecal, pero hoy en día, en los países en vías de desarrollo, se calcula que el 90% de las aguas negras se vierten directamente sin depurar. Por esta causa, según la OMS, cada año fallecen 1,8 millones de niños menores de cinco años, uno cada 20 segundos. Aún no hemos ganado una batalla que comenzó hace más de 10.000 años (Morillo, 2017).

## **2.2 Marco conceptual**

### **Contaminación ambiental**

La contaminación es un concepto de connotación negativa, y es la introducción de una sustancia nociva o contaminante o alguna forma energética, que cambia el medio en el que se introduce, desequilibrándolo. Estos contaminantes tienden a dispersarse, incluso transfiriéndose fuera de su medio, invadiendo otros, y elevar su grado de contaminación, al mezclarse con otros contaminantes (Conceptos, 2019).

## **Impacto ambiental**

Es Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

## **Contaminación del aire**

Es una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire. Las emisiones de los automóviles, los compuestos químicos de las fábricas, el polvo, el polen y las esporas de moho pueden estar suspendidas como partículas. El ozono, un gas, es un componente fundamental de la contaminación del aire en las ciudades. Cuando el ozono forma la contaminación del aire también se denomina smog (Medlineplus, 2018).

## **Contaminación del agua**

Es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier cosa viva que consuma esa agua. Cuando los seres humanos beben el agua contaminada tienen a menudo problemas de salud. La contaminación del agua puede también puede hacer a esta inadecuada para el uso deseado (Lenntech, 2020).

## **Vertimiento**

Es la descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido (CAR, 2022)

## **Línea base ambiental**

La línea base ambiental describe el área de influencia del proyecto o actividad, a objeto de evaluar posteriormente los impactos que, pudieren generarse o presentarse sobre los

elementos del medio ambiente. El área de influencia del proyecto o actividad se define y justifica, para cada elemento afectado del medio ambiente, tomando en consideración los impactos ambientales potenciales relevantes sobre ellos (GNR, 2021)

### **Planta de tratamiento de agua residual**

Es el conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales, con material disuelto y en suspensión usadas por una comunidad o industrial (CAR, 2022)

### **Calidad del agua**

La calidad del agua se define como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y cumpla unos determinados objetivos de calidad y está definida por las características físicas, químicas, biológicas y ecológicas. (ENA 2014)

## **2.3 Marco teórico**

### ***2.3.1 Teoría del Desarrollo Sustentable.***

El desarrollo sustentable proviene de los años 70, en su informe y posteriormente su divulgación al Club de Roma, llamado los Límites del crecimiento: Un Informe del Proyecto del Club de Roma, el cual hace alusión al predicamento de la humanidad y señalaba la presencia de límites físicos al crecimiento, esto es debido al agotamiento constante de los recursos naturales y a la insuficiencia global de la asimilación de los residuos generados en el planeta. (Rivero, 2007, p. 114).

Gutiérrez (2003) afirma que se manifiestan las teorías del desarrollo como una especialidad de la ciencia económica durante el periodo siguiente que prosigue a la segunda guerra mundial. (p.67)

Posteriormente Rist (2001) añade que en países numerosos colonizados en Asia y África también comienzan movimientos de liberación nacional y que otros países liderantes de América Latina van exigiendo la impulsión del desarrollo autónomo, también del momento de constitución a un nuevo sujeto político reconocido como el Tercer Mundo. (p.2)

Así mismo Godard (2002) sostiene que el portador de una clarividencia prospectiva, de la idea del desarrollo orgánico sustentable infunde el concepto de un proyecto de transformación para la organización económica y social actual, por ende permite concretar pasos sucesivos en las instituciones y posibles regulaciones esenciales para poder establecer una sustentabilidad que sea más fuerte e integrada; por lo tanto es necesario ser realista frente al modelo que contiene ciertos criterios separados, que manifiestan el hecho de que la sustentabilidad es una propiedad que debe ser impuesta desde el exterior a una realidad económica y social en la cual no se ubican espontáneamente los mecanismos de desarrollo en ella. (p.3)

En consiguiente Treillet (2005) añade que la noción del desarrollo era entendida en conceptos de retraso, crecimiento, recuperación o aceleración de antemano en un camino trazado; es decir, que el objeto del conocimiento en la teoría del desarrollo este obedece a que una noción concretista interpretaba la historia material de los hombres que es guiada por tendencias registradas en países desarrollados, y éstos a su vez por una tendencia universal que es dada al crecimiento ilimitado. (p.12)

No obstante Harribey (1998) señala que al introducir las aportaciones realizadas por los movimientos ambientalistas, sociales y científicos el desarrollo se percibe como un proyecto de voluntad política, que posteriormente toma forma en la concepción de desarrollo sustentable, durable o sostenible; este atributo al desarrollo es lo que constituye el desafío para buscar dicho cambio de rumbo en la teoría del antiguo orden económico, por lo tanto se afirma de que la cultura contemporánea dominante y el modelo de desarrollo que es impulsada, genera una crisis ambiental que se releva mediante el deterioro global en condiciones naturales que hacen posible la vida en el planeta y por consiguiente colocan en riesgo el futuro de la especie humana. (p.17)

Ahora bien, desde el enfoque neoclásico Arasa & Andreu (1996) establecen que el desarrollo considera la renovación de la sociedad de un estado habitual que es particularizado por el estancamiento y la subsistencia, y es cambiada a un estado capitalista dinámico que es centrado en el sector emprendedor, y la urgencia de un grupo de empresarios capitalistas es el ingrediente clave de esta evolución. (p.13)

Del mismo modo Lewis (1955) afirma que el desarrollo dentro de una economía dualista, pasa por la reducción progresiva del sector típico y el soporte del sector moderno que absorbe progresivamente los residuos de la mano de obra del sector de subsistencia, es por eso que gracias al salario más alto industrial este crece tanto, ya que la productividad ineficiente de los trabajadores es más alta que los salarios (p.2).

### ***2.3.2 Calidad del agua un enfoque multidisciplinario***

La mayor parte del agua utilizada por los seres humanos es agua dulce, llamada así por la baja concentración de iones y sales en solución. Los requerimientos de agua varían de acuerdo con la cultura, la ubicación geográfica, el tipo de comunidad y la estación del año. Los principales usos del agua pueden clasificarse de diversas formas, por ejemplo: el uso municipal,

que incluye el doméstico, el comercial y el industrial (no doméstico) y servicios al público, además del agua que se pierde en el sistema de distribución llamada agua “no cuantificada” y los usos agrícola, pecuario, acuícola, con fines recreativos y para transporte. Algunos de ellos se pueden desagregar o bien juntar entre sí (Aguilar Ibarra, 2010).

La Comisión Nacional del Agua (CNA) [2004] en México señala en particular los siguientes usos: el agropecuario, que incluye el agrícola, el pecuario y la acuicultura; el abastecimiento público, para uso público urbano y doméstico, que incluye todas las industrias y servicios que toman agua de las redes municipales; y el uso industrial, para la industria, servicios y generación de energía eléctrica. Una vez ocupada el agua para cualquiera de estos destinos, su calidad se altera en diferente grado, por lo que es necesario evaluarla. Las medidas de calidad del agua se clasifican de diferentes maneras, en la mayoría de los casos como características físicas, químicas y biológicas (Aguilar Ibarra, 2010).

Para diagnosticar una alteración de calidad del agua se requieren mediciones específicas de una sola característica como los metales pesados, los compuestos orgánicos tóxicos o un cierto grupo de bacterias, en relación directa con el uso previsto (Aguilar Ibarra, 2010).

La presencia de iones específicos como calcio, magnesio o plomo se relaciona con las características químicas. Existen medidas burdas de las características del agua como la alcalinidad, la dureza y la conductividad, que también se utilizan como medidas generales de la calidad del agua (Aguilar Ibarra, 2010).

Otro tipo de compuestos importantes de mencionar son los orgánicos, formados por combinaciones de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre, al igual que los inorgánicos. Existen varios parámetros para evaluar la materia orgánica presente en agua, ya

sean compuestos naturales u orgánicos sintéticos (sintetizados por el hombre). Los compuestos orgánicos naturales incluyen proteínas, carbohidratos y lípidos, y las medidas de materia orgánica y su descomposición son la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), la demanda total de oxígeno (DTO) y el carbono orgánico total (COT) (Aguilar Ibarra, 2010).

### **2.3.3 Recurso hídrico**

El recurso hídrico se caracteriza por ser una necesidad vital para la supervivencia y vida de los seres humano por ello desde tiempos remotos se ha visto la necesidad de inventar diversos sistemas de tratamiento de agua con el objetivo de purificar este rico recurso, ya que por diversos problemas que se han presentado a nivel mundial en relación al medio ambiente se presenta unos escases de agua natural apta para el consumo humano. Estos sistemas que se emplean para la purificación del agua van dependiendo de las necesidades del lugar donde se requiere dicha labor, por lo que se encuentran varios procesos fundamentales para conseguir que el agua tenga las propiedades físicas y químicas adecuadas que no lleguen afectar la salud de cada uno de los seres humanos que dispongan a su consumo. De acuerdo con las características del proyecto y un diseño optimo del mismo se tienen en cuenta las siguientes teorías para así ser aplicadas (Hernández & Corredor, 2017, p.27).

## 2.4 Marco legal

**Tabla 1**

*Normatividad legal*

| <b>Marco Legal</b>                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Constitución política nacional (1991)</b> | Constitución política nacional, de los derechos colectivos y del ambiente.                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Ley 99 de 1993</b>                        | Ley del medio ambiente                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Decreto 1443/04</b>                       | Por el cual se reglamenta parcialmente el decreto ley 2811 de 1974, la ley 253 de 1996, y la ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas o residuos peligrosos provenientes de los mismos, y se toman otras determinaciones. |
| <b>Decreto 1076 de 2015</b>                  | Sector ambiente y desarrollo sostenible                                                                                                                                                                                                                                                             |

**Tabla 2**

*Normatividad sobre recurso hídrico*

| <b>Recurso Hídrico</b>                             |                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Decreto 3930 del 2010</b>                       | Usos del agua y residuos líquidos                                                                                                                                                                                            |
| <b>Resolución 0631 de 2015</b>                     | Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. |
| <b>Resolución 1256 del 23 de noviembre de 2021</b> | Reglamenta el uso de aguas residuales en el país.                                                                                                                                                                            |

**Tabla 3**

*Normatividad sobre recurso aire*

| <b>Recurso Aire</b>             |                                                                                                 |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Decreto 948 de 1995</b>      | Prevención y control de la contaminación atmosférica y prevención de la calidad del aire        |
| <b>Resolución 2087 del 2014</b> | Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos. |

## **Capítulo 3. Diseño metodológico**

### **3.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación seleccionada es de un enfoque cuantitativo “tipo exploratorio” que según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, p.4), usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Desde su diseño metodológico involucra como terreno estratégico de trabajo el estudio de caso, a partir del cual el investigador pudo reconocer y describir situaciones, comprender la realidad social y conocer los eventos asociados al fenómeno de estudio; tal y como lo describe Yin 1994 en (Jiménez, 2012), los estudios de caso permiten la realización de un análisis al fenómeno objeto de estudio, donde es de gran relevancia el uso de diferentes fuentes de información. (p.142).

### **3.2 Población**

La población comprende a toda la comunidad localizada en el sector Berlín del Municipio Inírida, junto con las personas que laboran dentro la planta de tratamiento de aguas residuales ya que según Morles (1994) “la población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación” (p.22).

Tamayo y Tamayo (2004), define esta como: “la totalidad de fenómenos a estudiar en donde las unidades poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (p.81).

### **3.3 Selección de la muestra**

Se considera a todo el sector Berlín del Municipio Inírida, ya que Según Sudman (1976) establece que “la muestra suele ser definida como un subgrupo de la población para seleccionar la muestra deben delimitarse las características de la población” (p. 262).

Hurtado (2007) la define “como el conjunto de operaciones o procedimientos que se realizan para seleccionar a los integrantes de la muestra” (p.104)

Tamayo y Tamayo (2007) describe el muestreo “como un instrumento de gran validez en la investigación, con el cual el investigador selecciona las unidades representativas a partir de las cuales se obtienen los datos que permiten extraer inferencias de la población sobre el cual se investiga” (p.104).

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información**

En el desarrollo del proyecto, que consiste la evaluación ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales, se llevaran a cabo instrumentos de recolección de datos como observación directa, encuestas, monitoreos, entre otros, teniendo disponibilidad y acceso para la recolección de toda la información existente.

De acuerdo con Sabino (2007) define como “instrumento de recolección de datos cualquier recurso metodológico del que puede valerse el investigador para acercarse a los fenómenos estudiados y atraer de ellos la información necesaria para analizarla” (p.107). Así que cada uno de los instrumentos de recolección de datos que se describen más adelante, permite como investigadores obtener información de suma importancia para lograr la finalidad de la investigación establecida en este proyecto.

Según Tamayo y Tamayo (2007) establece que la recolección de datos tiene que ver con el planteamiento de una buena metodología adecuada, ya que es de gran importancia porque permite garantizar las relaciones que se establecen y los resultados o los nuevos conocimientos obtenidos que tengan el máximo grado de exactitud y confiabilidad para la investigación (p.107). Sabiendo que uno de las técnicas más utilizadas e incluidas en la metodología de trabajo, es la de la participación de la comunidad, ya que son ellos quienes tienen la información primaria.

Palella & martins (2006) define la encuesta como una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones interesen al investigador, para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos quienes, en forma anónima las responden por escrito. La encuesta permite el conocimiento de las motivaciones, las actitudes y las opiniones de los individuos en relación con su objetivo de investigación (palella et al, 2006, p.11).

### **Revisión de fuentes documentales**

Para la construcción de un proyecto es necesaria la búsqueda en cada una de las bases de datos existentes en línea (internet) que arrojen información, que ayuden al conocimiento teórico, histórico, funcionamiento y realización de una evaluación del impacto ambiental y socioeconómico, también que aporten una recopilación de información válida que sea provechoso para realización de este estudio; para lo cual se realizó una revisión exhaustiva en base de datos como el repositorio institucional UFPSO, Google académico, Scielo, entre otros.

### **Observación directa**

Esta técnica es empleada como herramienta donde se tiene contacto directo con los elementos donde se presenta el área que se pretende investigar, lo cual es muy útil para los

resultados estadísticos, en la observación directa se tienen en cuenta los aspectos fáunicos y florísticos, fases o procesos que se desarrollan dentro de la PTAR (funcionamiento), población que se encuentre del área de influencia, entre otros aspectos.

### **Encuesta**

Para obtener información de gran interés por parte de la comunidad y así incluir su participación se realizó una encuesta, que tiene como finalidad conocer la opinión de la población objetivo sobre el funcionamiento de la PTAR sector Berlín y las consecuencias sobre la comunidad, según Visauta (1989) determina que la encuesta trata de conseguir de manera sistemática y ordenada, la información requerida para las variables que intervienen en una investigación sobre una muestra o población establecida. Para la aplicación de la encuesta se hace una selección aleatoria de 20 hogares y se hace una visita puerta a puerta a las familias, que permitían realizar la encuesta, la cual tenía un total de 8 ítems, la encuesta aplicada es con respuesta cerrada, es la que se muestra a continuación:

1. ¿conoce usted el concepto de aguas residuales?

A. Si

B. No

2. ¿tiene conocimiento de los riesgos que las aguas residuales generan en la salud?

A. Si

B. No

3. ¿cree usted que el cuerpo de agua receptor se ha visto afectado por los vertimientos de aguas residuales?

A. Si

B. No

4. ¿En su vivienda se presentan olores ofensivos?

A. Sí

B. No

5. ¿Cómo los califica?

A. Sin olor

B. Muy leve

C. Débil

D. Fácilmente notable

E. Fuerte

F. Muy fuerte

6. ¿con que frecuencia percibe los olores ofensivos?

A. siempre

B. De vez en cuando

C. Nunca

7. ¿en qué época del año cree usted que son más intensos los olores ofensivos?

A. Invierno

B. verano

C. Ambos

8. ¿cree usted que su salud se ha visto afectada de alguna manera a causa de la PTAR?

A. Si

B. No

### **Entrevista**

Taylor & Bodgan, (1986) comprenden la entrevista como aquella que reúne un conjunto de frecuentes encuentros cara a cara con el entrevistador y su entrevistado, estos van siendo dirigidos hacia la comprensión de las expectativas que tienen los informantes acerca de sus experiencias o situaciones. Por otro lado, Alonso (1994) establece que la entrevista se forma mediante un discurso enunciado, especialmente por el entrevistado y que a su vez este comprende las intervenciones de su entrevistador y cada uno con un sentido establecido. Por ello se incluye la entrevista como eje fundamental en este trabajo de investigación para la recopilación de datos y resultados.

Al realizar la encuesta explicada anteriormente, se indaga dentro de los habitantes del sector y empleados de la PTAR sobre las principales características en la planta de tratamiento de aguas residuales, seguido de los tipos de impactos que se presentan en el área localizada, la normatividad que enmarca la realización de este tipo de proyectos y su contribución económica y social.

### **Monitoreo y toma de muestras de agua**

Para conocer las condiciones fisicoquímicas de la fuente hídrica aledaña a la PTAR sector Berlín, se hace un monitoreo ambiental, con tipo de muestra puntual en agua superficial.

Para el logro de los objetivos específicos propuestos se recopila información primaria y secundaria. A continuación, se describe de forma detallada la metodología aplicada en cada objetivo:

#### **Realizar la línea base ambiental del área de influencia de la planta de tratamiento de aguas residuales Berlín, mediante la descripción de los elementos del medio ambiente.**

Para ello se identifican componentes y factores ambientales que pueden ser o estar siendo afectados por las actividades desarrolladas en la PTAR.

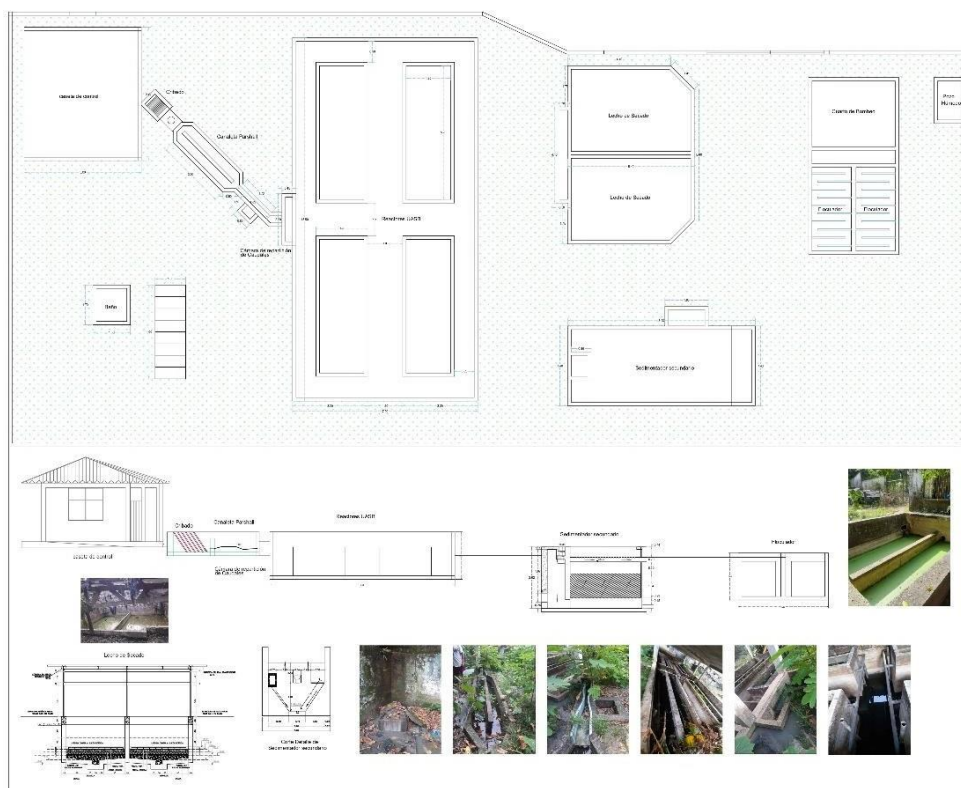
La planta de tratamiento de aguas residuales El Berlín fue construida en el año 2000, dicha obra se diseñó para recoger las aguas servidas generadas en la parte central y los libertadores según el plan maestro de acueducto y alcantarillado, actualmente llega a esta planta las ARD de los barrios Comuneros, Berlín, Libertadores, Centro en un 30% aproximadamente y Mavicure en un 90%, sumándose a esto las aguas lluvias que en época de invierno se generan en el sector y las conexiones erradas incontroladas, erigiéndose problemas en el funcionamiento y operación ya que la planta se diseñó para un alcantarillado sanitario y no para un sistema de alcantarillado combinado. De acuerdo a la actualización del PSMV del año 2011, para el diseño del sistema se utilizó una proyección de diseño de 20 años y se definió una capacidad de 10 l/s (Consortio Aguas del Oriente, 2013).

En términos generales el sistema (figura 2) está compuesto por: un sistema de cribado, desarenador, canaleta Parshall, cámara de repartición de caudal, reactores UASB,

sedimentadores secundarios, floculadores, descarga, caseta de bombeo y pozo húmedo, lechos de secado y tanque almacenamiento de gas (Consortio Aguas del oriente, 2013).

**Figura 2**

*Vista de perfil y superior de la PTAR Berlín*



Nota. Autores (2022)

La línea de base ambiental se caracteriza de la siguiente manera;

Caracterización del componente físico tales como: geoformas, paisaje, suelo, agua y atmósfera:

**Geoformas:** Mediante información secundaria proporcionada por la entidad ambiental a cargo de la región, se recopiló información acerca de la morfología del área de influencia

**Paisaje:** se produce como resultado de la combinación de la geomorfología, vegetación, fauna, clima y agua, así como del grado de incidencia de las alteraciones de tipo natural y de las modificaciones antrópicas que existen en el área de influencia, ésta se realizó por medio de información secundaria proporcionada por la entidad ambiental.

**Suelo:** Se recopiló información secundaria sobre el uso del suelo y cobertura, mediante imágenes satelitales que se utilizó para delimitar los componentes del ambiente.

**Agua:** Se identificaron los cuerpos de agua existentes y las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua, para ello se realizó el muestreo de efluente, cálculo de caudal y su nivel freático.

Se realizó un tipo de muestra puntual en dos puntos (antes y después del vertimiento), en donde para el muestreo se organizan los recipientes de plástico respectivamente rotulados y los materiales necesarios.

Para los demás parámetros (demanda bioquímica de oxígeno, demanda biológica de oxígeno,) se toma el volumen necesario 1 litro y para (coliformes totales) un volumen de 500 ml.

Los recipientes con las muestras se colocan en una nevera portátil de ICOPOR (Cava) con suficiente hielo para su adecuada refrigeración, la muestra se envía el mismo día de muestreo al Laboratorio de aguas, para su análisis inmediato.

Posteriormente luego de obtener los resultados de las muestras tomadas se evalúa el Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO), el cual se obtiene a través de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno. Se define entre un rango de 0-1 donde el aumento desde el valor más bajo se relaciona con el aumento de contaminación del cuerpo de agua:

Donde:

$$ICOMO = \frac{1}{3} (I_{DBO} + I_{coliformes} + I_{oxígeno})$$

Así mismo se identifica el rango de contaminación, por escala de color según lo ilustrado en la tabla 4

**Tabla 4**

Escala de clasificación ICO'S

| Rango     | Contaminación | Escala de color |
|-----------|---------------|-----------------|
| 0-0.2     | Ninguna       | Azul            |
| > 0.2-0.4 | Baja          | Verde           |
| > 0.4-0.6 | Media         | Amarillo        |
| > 0.6-0.8 | Alta          | Naranja         |
| > 0.8-1   | Muy alta      | Rojo            |

Nota: significancia de los índices de contaminación. Fuente: Adaptado de (Ramírez et al., 1999) por Villanueva & Martínez, 2021.

**Aire:** Se realiza una evaluación perceptiva de los olores ofensivos, de la siguiente manera:

Características para evaluar la ofensividad de un Olor

Frecuencia: Se refiere a qué tan a menudo ocurre la exposición

Intensidad: es la percepción que tan fuerte es el olor

**Tabla 5**

*Escala de olores ofensivos*

| Grado | Intensidad         |
|-------|--------------------|
| 0     | Sin olor           |
| 1     | Muy leve           |
| 2     | Débil              |
| 3     | Fácilmente notable |
| 4     | Fuerte             |
| 5     | Muy fuerte         |

**Biótico:** Se recopila información en campo determinando la fauna y flora asociada al área de influencia, aplicando el índice de biodiversidad de Simpson:

La fórmula para el índice de Simpson es:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

**S** es el número de especies

**N** es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)

**n** es el número de ejemplares por especie

**Social y económico:** Se identifica las comunidades que habitan en el área de influencia, obteniendo información secundaria mediante la oficina de planeación, para posteriormente identificar: comunidad, infraestructura, cultura y economía.

**Identificar y calificar los impactos ambientales causados en el entorno por el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.**

Para calificar e identificar los impactos ambientales se hace uso de la metodología de **Batelle Columbus** modificada por los autores del proyecto, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Unidades de índice ponderal UIP por cada componente y para cada impacto ambiental
- La calidad ambiental con proyecto y sin proyecto, utilizando para ello funciones de transformación
- Se determina las unidades de importancia ambiental para finalmente calificar el impacto ambiental.

Después de obtener los parámetros aplicables, se transforma sus valores correspondientes en unidades conmensurables y en consecuencia comparables, mediante técnicas de transformación. Las medidas de cada parámetro (en unidades características inconmensurables) se trasladan en una escala de puntuación 0 a 1, que representa la Calidad Ambiental CA, en unidades conmensurables.

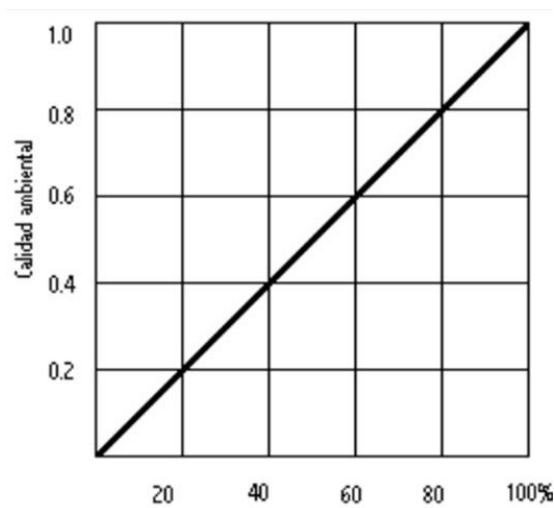
El método, incluye las gráficas para la estimación del parámetro y la obtención de la calidad ambiental definido por su magnitud. En las gráficas la calidad ambiental del parámetro está en las ordenadas y la magnitud en las abscisas. Los valores y unidades de magnitud dependen de cada parámetro ambiental.

Por ejemplo, para el de uso del suelo, la magnitud está dada por la suma ponderada de la superficie de cada tipo de uso del suelo. Cada valor de magnitud de un parámetro, es llevado sobre las abscisas para obtener el valor de calidad ambiental en las coordenadas.

Uso del suelo. El parámetro se obtiene por la suma ponderada de cada tipo de superficie de suelo clasificado del siguiente modo: Natural 1; forestal 0.8; agrícola 0.6; residencial 0.4; comercial 0.2; e industrial 0.0

**Figura 3**

*Calidad ambiental (uso del suelo)*



Fuente: Dee et al. (1973).

La determinación del grado de impacto para cada parámetro está dada por la siguiente ecuación:

$$UIA = UIP \times CA$$

Donde:

- UIA: Unidad de Impacto Ambiental.

- UIP: Parámetro de unidades de importancia.

- CA: Calidad Ambiental.

Para cada parámetro, el método establece la comparación de su situación "con proyecto" y "sin proyecto", obteniéndose el cambio neto del proyecto sobre cada parámetro. Según la ecuación:

$$\text{UIAi Proyecto} = \text{UIAi con proyecto} - \text{UIAi sin proyecto}.$$

Por último, se hace una suma algebraica de los valores obtenidos en el cálculo del cambio neto y se establecen comparaciones en las alternativas de un mismo proyecto y analizan los impactos significativos por categorías y/o componentes.

El método establece la identificación de unidades de importancia ambiental, con base en un valor umbral del cambio neto negativo. Estas unidades de importancia ambiental, implican cambios de carácter adverso sustanciales en la implementación del proyecto. El producto final de la aplicación de este método, es una matriz con la información más relevante de la evaluación ambiental.

**Figura 4***Modelo matriz de evaluación*

| MATRIZ IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS |            |                   |     |           |          |                   |          |                                   |          |             |                |      |             |
|-----------------------------------|------------|-------------------|-----|-----------|----------|-------------------|----------|-----------------------------------|----------|-------------|----------------|------|-------------|
| MEDIO                             | COMPONENTE | IMPACTO AMBIENTAL | UIP | PARAMETRO |          | CALIDAD AMBIENTAL |          | UNIDADES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL |          |             | VARIACIÓN NETA | VN % | IMPORTANCIA |
|                                   |            |                   |     | Sin Proy  | Con Proy | Sin Proy          | Con Proy | Sin Proy                          | Con Proy | Cambio Neto |                |      |             |
|                                   |            |                   |     |           |          |                   |          |                                   |          |             |                |      |             |
|                                   |            |                   |     |           |          |                   |          |                                   |          |             |                |      |             |
|                                   |            |                   |     |           |          |                   |          |                                   |          |             |                |      |             |
|                                   |            |                   |     |           |          |                   |          |                                   |          |             |                |      |             |
|                                   |            |                   |     |           |          |                   |          |                                   |          |             |                |      |             |
|                                   |            |                   |     |           |          |                   |          |                                   |          |             |                |      |             |
|                                   |            |                   |     |           |          |                   |          |                                   |          |             |                |      |             |
|                                   |            |                   |     |           |          |                   |          |                                   |          |             |                |      |             |
|                                   |            |                   |     |           |          |                   |          |                                   |          |             |                |      |             |

**Tabla 6***Rangos de importancia***NEGATIVOS****IMPORTANCIA VALORACION**

|             |       |
|-------------|-------|
| Irrelevante | <25   |
| Moderado    | 25-50 |
| Severo      | 50-75 |
| Critico     | >75   |

**POSITIVOS****IMPORTANCIA VALORACION**

|               |       |
|---------------|-------|
| Irrelevante   | <25   |
| Moderado      | 25-50 |
| Significativo | 50-75 |
| Importante    | >75   |

**Proponer medidas de manejo ambiental tomando como base los resultados y análisis obtenidos**

Teniendo en cuenta los resultados que se obtienen luego de recopilar información primaria y secundaria en la línea base ambiental y la identificación y calificación de impactos ambientales, se realiza un análisis con dichos resultados obtenidos, para posteriormente proponer medidas de manejo ambiental que conlleven a contrarrestar los impactos ambientales adversos que se logren identificar en dicha evaluación ambiental.



|                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Estrategias de manejo ambiental |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

4.2 Recursos financieros

**Tabla 8**  
*Recursos financieros*

| Recursos Financieros para Trabajo de Grado |               |             |
|--------------------------------------------|---------------|-------------|
| Descripción                                | Contrapartida | Total       |
| Papelería                                  | \$100.000     | \$100.000   |
| Transporte                                 | \$350.000     | \$350.000   |
| Equipos                                    | \$75.000      | \$75.000    |
| Personal                                   | \$150.000     | \$150.000   |
| Apoyo técnico                              | \$ 200.00     | \$200.000   |
| Salidas de campo                           | \$700.000     | \$700.000   |
| Total                                      |               | \$1'575.000 |

## **Capítulo 5. Resultados**

### **5.1 Realizar la línea base ambiental del área de influencia de la planta de tratamiento de aguas residuales Berlín, mediante la descripción de los elementos del medio ambiente.**

Con el fin de recopilar la siguiente información sobre la línea de base ambiental del área de influencia se procedió a recopilar información secundaria donde se presentan a continuación, los principales hallazgos encontrados:

#### **Características físicas**

**Climatología:** El comportamiento de la zona indica dos periodos estacionales bien diferenciados, el primero denominado "verano o sequía", de noviembre a marzo, cuando se reduce la oferta hídrica, y el segundo "invierno o aumento", es decir, de abril a octubre, que caracterizado por un aumento en la frecuencia e intensidad de la actividad lluvia-inundación. Las series meteorológicas, temperatura, precipitación, evaporación, intensidad solar, nubosidades recogidas en el IDEAM corresponden a la estación climática ubicada en la finca Cubanare del Instituto Custodio García Rovira en la ciudad de Inírida, ya que esta es la única estación ubicada en una zona con influencia significativa en el área de estudio (CDA, 2005)

#### **Geomorfología**

Los suelos del municipio de Inírida varían desde las planicies aluviales más drenadas por los ríos principales y sus afluentes hasta suelos excesivamente drenados por superficies expuestas, depósitos ígneos metamórficos o estructuras rocosas. Tiene una textura fina a media que domina las arenas de Inírida. Topográficamente existen suelos completamente planos, cóncavos, ondulados y fragmentados, se han desarrollado de manera muy diferente, desde muy desarrollados hasta poco desarrollados, como ocurre en el paisaje aluvial en los sedimentos

arenosos de las zonas rurales urbanas. El suelo está compuesto de importantes minerales y materia orgánica que sustentan la vegetación, y su agotamiento de minerales se manifiesta como alta acidez, baja saturación de bases y falta de calcio, magnesio y potasio intercambiables, lo que da como resultado un suelo pobre. Están disponibles fósforo y altos niveles de aluminio intercambiable. La arcilla dominante es la caolinita, que tiene una clara falta de materia orgánica. Los escenarios anteriores muestran que la nutrición de las plantas depende principalmente de la fase orgánica del suelo, formando un ciclo directo de nutrientes, y las plantas obtienen nutrientes de la capa de hojarasca y otros residuos orgánicos descomponibles al alimentarse de raíces y hongos micorrícicos (CDA, 2005).

La vegetación juega un papel importante en la formación y desarrollo del suelo, tanto por el aporte de residuos orgánicos como por la protección del suelo frente a la intensa radiación solar y los procesos de erosión. La forma de la corteza en los humedales está determinada por la influencia del clima, y su materia prima está relacionada con la formación de nuevos suelos, los cuales no han cambiado significativamente debido a su textura, salvo cambios provocados por sedimentaciones recientes. Las condiciones de drenaje están condicionadas para evitar escorrentías a gran escala en áreas sin vegetación (CDA, 2005).

### **Geología**

Durante los humedales, la composición del suelo alrededor del canal tiene diferentes características, tales como: limo, arcilla, arena y una pequeña cantidad de grava fina. El Escudo Guayanés se caracteriza por la presencia de rocas ígneas metamórficas y arenas de cuarzo en determinadas zonas. Antiguo cauce de la cuenca amazónica, caracterizado por una baja pendiente inferior al dos por ciento (2%), de textura franco arenosa y arenosa (CDA, 2005).

## **Suelo**

Presenta una variedad de características del suelo Inírida, desde la parte superior más drenada hasta la parte aluvial plana formada por los afluentes, pasando por el suelo sobredrenado de superficie abierta, dominando las texturas finas y medias. La arena en la parte media y alta, que fluye hacia el río Inírida, tiene un poco contenido de arcilla, por lo general el suelo se compone de minerales y sustancias orgánicas que son importantes para el mantenimiento de la vegetación, estos elementos minerales se manifiestan con mayor frecuencia por alta acidez, saturación de álcali Baja; la arcilla dominante es la caolinita, que tiene una clara falta de materia orgánica. En la zona de rehidratación la vegetación es pequeña, con alto grado de invasión, bosques costeros y rastrojos bajos que dominan los humedales de Caño Ramón, los cuales juegan un papel importante en el desarrollo del suelo a través del aporte de residuos orgánicos o como protección del suelo frente a procesos erosivos de fuertes recubrimientos causados por la radiación solar, la expansión urbana y la deforestación en la zona (CDA, 2005).

El suelo de este humedal posee dos formas predominantes:

- Suelos de formas aluviales. Formado en su parte baja por materiales aluviales recientes, depositados por los caños, originados por la expansión de vías urbanas y colectores artificiales, que generalmente presentan diferentes niveles o planos incrementando las escorrentías superficiales, como los que se encuentran afectados por las inundaciones periódicas cada año.
- Suelos de las superficies de denudación. Son todas las áreas aledañas al humedal, afectadas en un alto grado por la acción antrópica que generan procesos erosivos posteriores o paralelos a la deposición de los sedimentos.

El clima es uno de los factores más importantes a considerar ya que provoca la mayor degradación del suelo a través del viento y la lluvia, además existen aspectos que ayudan a acentuar los efectos como: la humedad relativa y la nubosidad para tener un efecto de menor escala. En general, encontramos que el suelo allí es arenoso, producto del hundimiento en toda el área afectada por los humedales, causa de la erosión laminar; es muy agrio. El suelo de la zona es moderadamente fértil, con poca pendiente y escaso drenaje, y cerca de las tierras bajas se pueden cultivar pequeños cultivos como yuca, piña, manaca, lulo y plátano (CDA, 2005).

### **Uso recomendado de la tierra.**

Al tratarse de una zona de interés con un alto nivel de intervención humana y muy sensible, el uso recomendado de esta zona es elevarla a un nivel de protección ambiental. Teniendo en cuenta que se ha creado la unidad residencial, debe protegerse aislando y creando una unidad administrativa del objeto, para que los habitantes del territorio no perturben el bosque. El cultivo de la madera se lleva a cabo en el suelo de las antiguas terrazas, que ha sido ampliamente estudiado para su sostenibilidad. Estas comunidades indígenas que utilizan este sistema de producción tradicional se enfrentan a un nuevo entorno socioeconómico donde los medios para satisfacer sus necesidades básicas no están fácilmente disponibles. En el plan de manejo ambiental se espera que estos proyectos comiencen a buscar mejoras a nivel económico en base al medio físico y biológico, para que puedan convivir con el medio existente y futuro (CDA, 2005).

### **Aspectos bióticos**

Flora: Al igual que en la fauna, el crecimiento paulatino del asentamiento de la comunidad, la necesidad de áreas para la construcción de viviendas que conlleva a la

deforestación, el incremento de la población y su demanda ante las necesidades antrópicas por medio de los aprovechamientos forestales realizados con fines domésticos o comerciales por los invasores del sector o por individuos que tienen esta labor (aserradores) han afectado las especies de flora ubicadas en el área de estudio y de importancia tanto para la misma comunidad, como para la fauna existente allí. se logra realizar la caracterización taxonómica del área de influencia, a continuación, en la siguiente tabla se puede observar el inventario de especies encontradas.

**Tabla 9**

*Clasificación taxonómica de especies presentes en el área de influencia de la PTAR Berlín*

*Inírida -Guainía*

| Nombre común   | Nombre científico       | especie         | genero      | familia        | Orden        | Imagen                                                                                |
|----------------|-------------------------|-----------------|-------------|----------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Helecho real   | Osmunda regalis         | O. regalis      | Osmunda     | Osmundaceae    | Osmundales   |    |
| Buchón de agua | Eichhornia crassipes    | E. crassipes    | Eichhornia  | ponederiao     | Commelinales |    |
| Anonillo       | Anaxagorea crassipetala | A. crassipetala | Anaxagorea  | Annonaceae     | Magnoliales  |    |
| Cacao          | Theobroma cacao         | T. cacao        | Theobroma   | mavaceae       | Mavales      |    |
| Palma manaca   | Euterpe oleracea        | E. oleracea     | Euterpe     | Arecaceae      | Arecales     |   |
| Coquito        | Elaeis oleifera         | E. oleifera     | Elaeis      | Arecaceae      | Arecales     |  |
| Barbasquillo   | Phyllanthus stipulatus  | P. stipulatus   | Phyllanthus | Phyllanthaceae | Malpighiales |  |
| Limon          | Citrus limon            | C. limon        | Citrus      | Rutaceae       | Sapindales   |  |

|            |                      |                 |                |               |            |                                                                                       |
|------------|----------------------|-----------------|----------------|---------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Culebrillo | Galipea dasysperma   | G. dasysperma   | Galipea        | Rutaceae      | Sapindales |    |
| Mango      | Mangifera indica     | M. indica       | Mangifera      | Anacardiaceae | Sapindales |    |
| Higuerón   | Ficus aurea          | F. aurea        | figus          | moraceae      | Rosales    |    |
| Guadua     | Guadua angustifolia  | G. angustifolia | Guadua         | Poaceae       | Poales     |   |
| Guayabo    | Psidium guajava      | P. guajava      | Psidium        | Myrtaceae     | Myrtales   |  |
| Guamuchil  | Pithecellobium dulce | P. dulce        | pithecellobium | fabaceae      | fabales    |  |

## Fauna

El inadecuado reconocimiento del valor ecológico, económico, social, científico y cultural de cada especie animal ha llevado a problemas urgentes de conservación dirigidos a asegurar la preservación de los animales como un componente insustituible y su preservación como fuente permanente de beneficio humano. (uso sostenible). El proceso de crecimiento gradual de los asentamientos comunitarios, la demanda de vivienda, el crecimiento demográfico y la demanda de recursos forestales, incluidos los animales, afectan tanto a la población como al hábitat natural de los animales. Por las razones anteriores, en la zona de estudio se reportan especies extintas de animales de una misma comunidad, como Picure, Lapa, Cachicamo, Mico Tití y otras que raramente se encuentran en la comunidad o se encuentran porque cruzan la zona (CDA, 2005) . Las siguientes especies fueron reportadas en el área de estudio:

**Tabla 10**

*Clasificación taxonómica de la fauna, del área de influencia*

| Clase   | Orden O Especie | Nomb re Común | Nombre Científico             | Sitio De Frecuencia                                                                         | Actividades Humanas Que Las Afectan                           | Estad o Actual De La Fauna      |
|---------|-----------------|---------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Anfibio |                 | Rana          | <u>Anura Sp</u>               | Dentro Y FueraDel Humedal                                                                   | Deforestaciones                                               | A<br>L<br>T<br>X<br>S<br>p<br>a |
|         |                 | Sapo          |                               |                                                                                             |                                                               | M<br>E<br>D<br>J                |
|         |                 | Culebra       |                               | Dentro Y FueraDel Humedal Monte De Las Riveras Del Humedal Bosque De LasRiveras Del Humedal | Incremento De LaPoblación, Deforestaciones , Contaminacion es | X                               |
| Reptil  | Iguanidos       | Iguana        | <u>Iguana Iguánidos</u>       |                                                                                             |                                                               | X                               |
|         |                 | Morrocoy      | <u>Geochie ne Carbona ria</u> |                                                                                             |                                                               | X                               |
|         |                 | Lagartija     |                               | Tierra Firme                                                                                |                                                               | X                               |

|                  |                      |                |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               |   |
|------------------|----------------------|----------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>Mamíferos</b> |                      | Lapa           | <u>Acouti Paca</u>                       |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  |                      | Picure         | <u>Dasiprocta Punctata</u>               | De Paso Por La Zona, En Las Riveras Del Humedal                                        | Incremento De La Población, Sistema De Caza Diferente Al Tradicional                                                                          | X |
|                  |                      | Mico           | <u>Aotus Sp</u>                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  |                      | Armadillo      | <u>Dasypus Sp</u>                        |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
| <b>Av<br/>es</b> | Carpintero           | Carpintero     | <u>Celeus Elegans</u>                    | Árboles Que Rodean El Humedal                                                          | Deforestaciones En Las Riveras Del Humedal, Aumento De La Población, Mayor Demanda De Recursos De La Fauna, Afectación De Su Hábitat Natural. | X |
|                  | Arrendajo Común      | Arrendajo      | <u>Cacicus C. Cela</u>                   |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Dacnis Pechiamarilla | Pecho Amarillo | <u>Dacnis Fleviventer</u>                |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Periquito            | Loros          | <u>Forpus</u>                            | Sobrevuelan Por La Zona Buscando Alimento                                              |                                                                                                                                               | X |
|                  | Azulejo              |                | <u>Xanthoptyx yrigiti</u>                |                                                                                        |                                                                                                                                               |   |
|                  | Chulo Silvestre      | Chulo          | <u>Coragyps Atratus</u>                  |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Pava Maraquetra      | Pavas          | <u>Chamaepetes</u><br><u>G. Goudotii</u> |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Himenóptera          | Zancudo        |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Díptera              | Mosca          |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Arácnidos            | Araña          |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
| <b>Insectos</b>  | Odonata              | Libélulas      |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Lepidóptero          | Gusano         |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Lepidóptero          | Mariposa       | <u>Nymphalidae</u>                       | Los Podemos Encontrar Dentro Y Fuera Del Humedal Rodeando Y Afectando La Zona Aledaña. | Aumento De La Población, Contaminación De Residuos Sólidos Y Líquidos, Deforestaciones En La Zona.                                            | X |
|                  | Díptera              | Chicharra      |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Coleóptero           | Escarabajos    | <u>Leptoglossus</u><br><u>Balteatus</u>  |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Orthoptera           | Grillos        | <u>Grillidae</u>                         |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Hemiptera            | Bachacos       | <u>Atta</u>                              |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Hemiptera            | Hormigas       |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Hemiptera            | Termitas       |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Díptera              | Tábano         |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |
|                  | Himenóptero          | Avispa         |                                          |                                                                                        |                                                                                                                                               | X |

*Nota.* Tomado de: CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL NORTE Y ORIENTE AMAZÓNICO (2005).

### **Aspecto socioeconómico**

Los principales grupos étnicos presentes en el municipio de Inírida han “llegado” de las regiones cercanas, tal como se hace mención a continuación:

**Grupo étnico Puinave:** Tribus originadas de la región alta de Río Inírida (“Wuental” Remanso) y del Vaupés. Su nombre real es (Wansu) Hombre ungido con hojas amargas. Su Dios mítico “Dujjin”. este grupo se puede decir que fue el primero en asentarse en este territorio. Según datos tomados de Colciencias, se encuentra constituido en toda la región del Guainía, por aproximadamente 3.500 personas, que se localizan sobre el río Inírida, Caño Bocón, Venezuela y Guaviare. En la comunidad del Paujíl representan la mayoría de la población Puinave.

**Grupo étnico Sikuni, (Gahibos):** Tribus nómadas cuyo origen de formación son las regiones de sabana de los llanos.

**Grupo étnico Piapoco:** Tribu proveniente de las márgenes del río Guaviare.

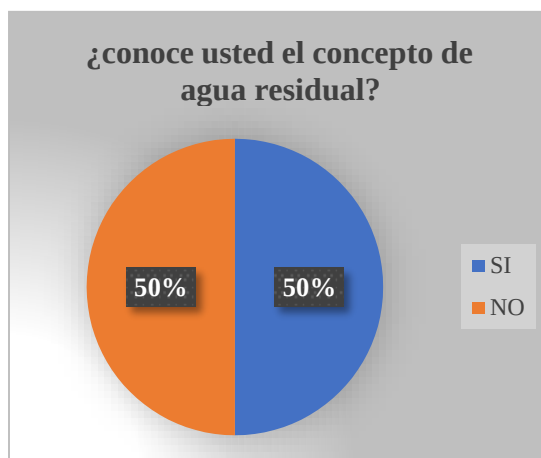
**Biodiversidad:** la gran riqueza de fauna y flora, la variedad étnica, cultural y las condiciones edafoclimáticas adversas, hacen de esta región un verdadero banco genético de alta susceptibilidad.

**Paisajismo:** la belleza de lugares ambientales naturales que ofrece esta región, puede ser explotados como una fuente de generación de ingresos; pero mediante un adecuado plan de turismo ecológico donde se tenga en cuenta la fragilidad de dichos ecosistemas.

A continuación, se presentan los resultados de las encuestas realizadas a 20 hogares, cerca del área de influencia a la comunidad principalmente afectada.

**Figura 5**

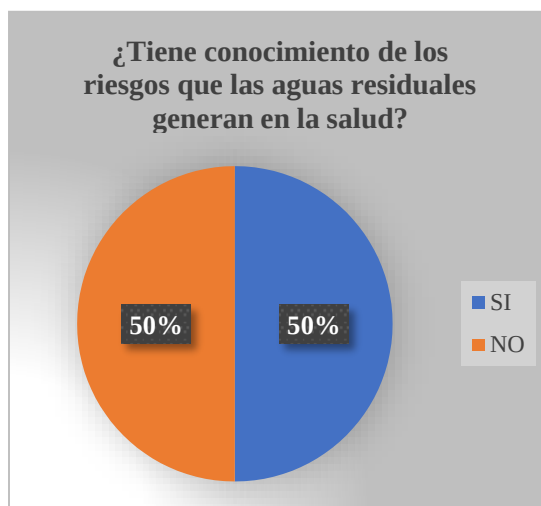
*Conocimiento sobre agua residual*



Según la figura 4, en el conocimiento sobre agua residual a la comunidad encuestada, solamente el 50%, tiene conocimiento, lo que significa que el 50% restante, no tiene dicho conocimiento, comenzando por la educación ambiental que deben impartirles las autoridades ambientales regionales y locales.

**Figura 6**

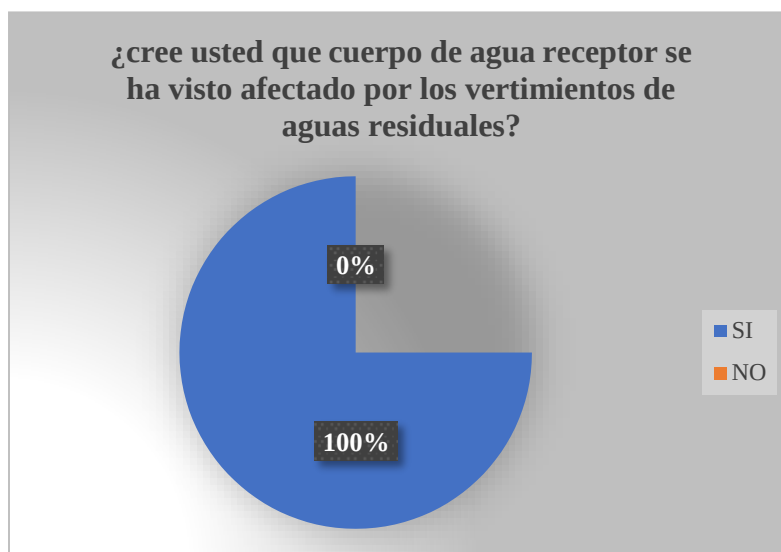
*Conocimiento sobre los riesgos de aguas residuales en la salud*



Así mismo, sobre el conocimiento de los riesgos que estas aguas residuales pueden causar a su salud, solamente el 50% tiene conocimiento, lo que es alarmante pues, esto conlleva a un deterioro de la calidad de vida y un riesgo para la salud del resto de la comunidad, aledaña al área de influencia.

**Figura 7**

*Afectación del cuerpo de agua por vertimientos*



En cuanto al grado de afectación que el cuerpo de agua, según la figura 6 ha venido presentando actualmente por el vertimiento de agua residuales, si es de total conocimiento de un 100% de la comunidad, puesto que es una problemática que en su diario vivir viene ocurriendo con frecuencia.

**Figura 8**

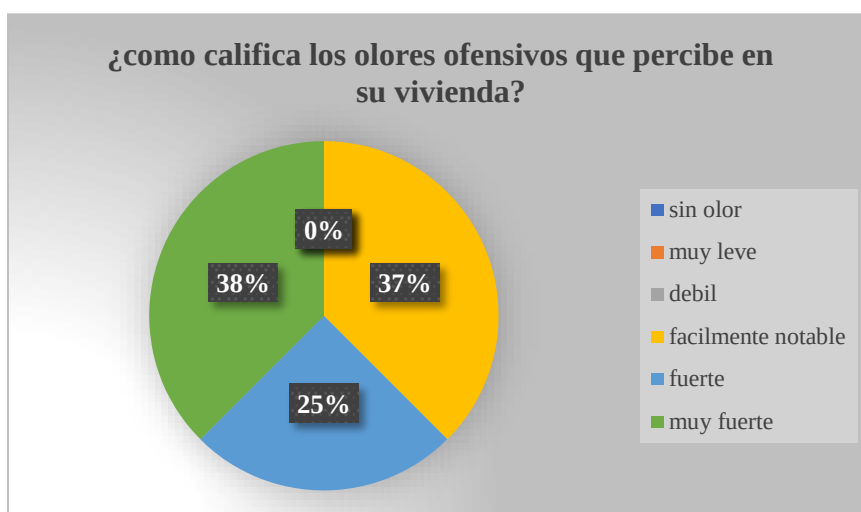
*Presencia de olores ofensivos en viviendas*



Según como se observa en la figura 7, el 100% de la población encuestada manifestó la presencia de olores ofensivos en sus viviendas y en su diario vivir.

**Figura 9**

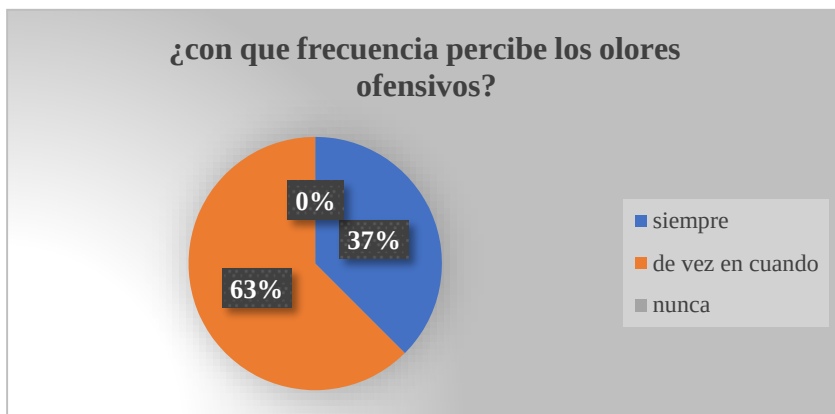
*Ponderación sobre olores ofensivos en viviendas*



En cuanto a la ponderación que mayor percibe la comunidad de estos olores ofensivos, según la figura 8, fueron en un mayor porcentaje, muy fuerte, fuerte y fácilmente notable, lo que indica que según la percepción de la escala de olores es de un grado 5-4 respectivamente.

**Figura 10**

*Frecuencia en que perciben olores ofensivos*



Igualmente, en la frecuencia de percepción de estos olores ofensivos en las viviendas y también cerca al área de influencia, según la figura 9, es que siempre se presenta, o algunas veces, lo que indica que éste causa un deterioro, no sólo al ecosistema y la comunidad sino también a su calidad de vida y entorno en general.

**Figura 11**

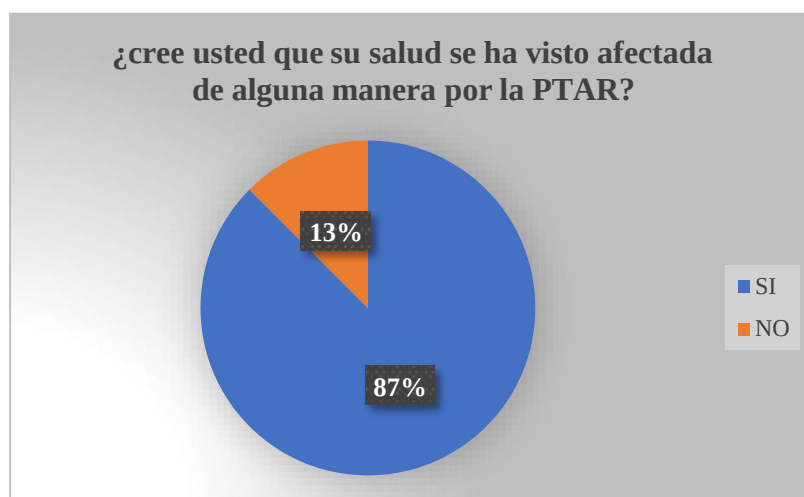
*Época del año en que se presentan mayores olores ofensivos*



No obstante, es importante mencionar que el mayor porcentaje obtenido de la presencia de estos olores en épocas del año, se perciben con mayor frecuencia en un 75% en invierno, lo que indica una mayor afectación durante esta estación del año, para cada uno de los habitantes cercanos al área de influencia.

**Figura 12**

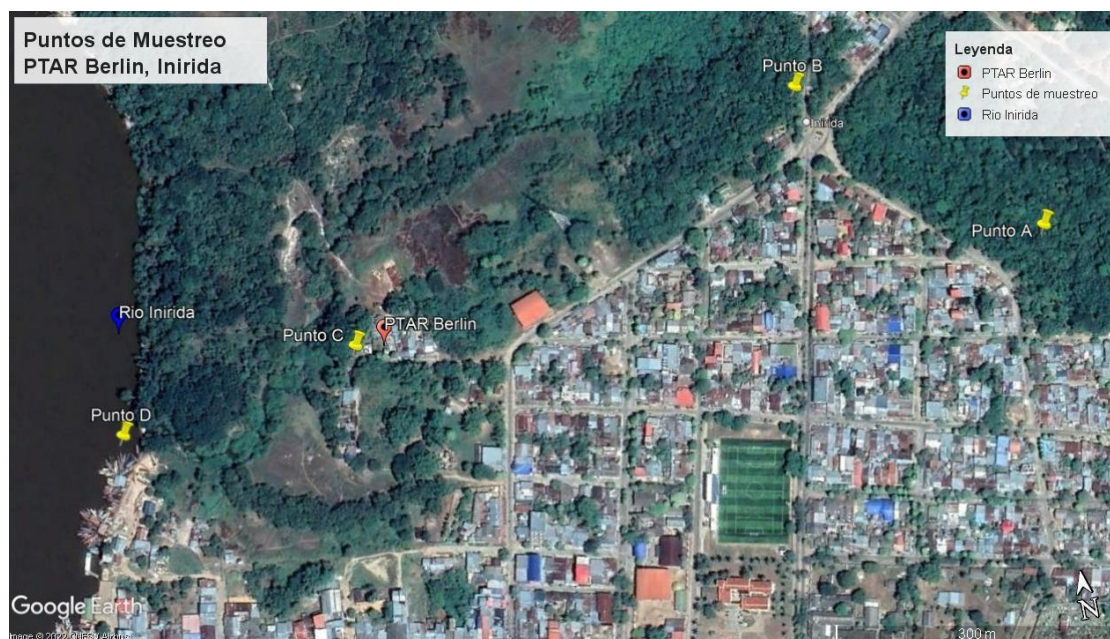
*Afectación de la salud por la PTAR*



Finalmente, la salud si se ha visto afectada como se puede observar en los porcentajes obtenidos en la figura 11, en un 87%, lo que es de suma importancia y problema de salud pública que el municipio y las autoridades ambientales competentes deben atender con mayor agilidad en sus procesos, ya que esto compromete la salud de los niños los cuales se encuentran en estado de vulnerabilidad.

Las comunidades dentro de un proyecto, son afectadas de manera directa o indirecta, por las diferentes actividades que se realizan, sin embargo, otro de los componentes o recursos más afectados es el agua, así que se hace un análisis fisicoquímico de las condiciones del cuerpo hídrico que se encuentra cerca de la planta de tratamiento de aguas residuales.

**Componente agua:** Una de las mayores afectaciones que se realizan frente a cualquier proyecto sin importar su escala o magnitud, es el recurso hídrico por no tener el control adecuado y las medidas de manejo ambiental pertinentes, que permita analizar la calidad del agua antes y después de los vertimientos que se generan por la PTAR del sector Berlín en el municipio de Inírida, Guainía. Para comprender las afectaciones que se generan por el vertimiento que proviene de la PTAR al caño Motobomba, se realizan un análisis físico-químicos con 4 puntos de muestreo, que corresponden a antes y después de la PTAR (ver figura 13), se puede observar claramente que dos de los puntos son antes del ingreso a la PTAR, donde el punto A, es el lugar de nacimiento del caño Motobomba y el punto B donde el caño, ya se encuentra dentro del municipio, que recibe una gran cantidad de vertimientos, luego de que el agua residual es sometida a un tratamiento biológico, se tomar una muestra de este vertimiento directo sobre la fuente receptora que es el punto C y finalmente el punto D, se refiere al lugar desembocadura del caño Motobombas en el río Inírida.

**Figura 13***Puntos de muestreo*

De cada una de las muestras tomadas se hace un análisis físico químico que corresponde a los parámetros de nitritos, nitratos, dureza total, conductividad, oxígeno disuelto, *E. coli*, Coliformes totales, alcalinidad, DQO, DBO<sub>5</sub>, entre otros; por medio de los cuales se puede calcular el índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO, teniendo en cuenta parámetros como la DBO<sub>5</sub>, Coliformes y Oxígeno disuelto.

Para la obtención del ICOMO, se hace un previo análisis de diferentes parámetros fisicoquímicos que se relacionan en las tablas 11 y 12, tomando muestras en los diferentes puntos descritos anteriormente antes del vertimiento de la PTAR y después del vertimiento.

Realizando un análisis de los parámetros que conforman el ICOMO con los resultados obtenidos antes del vertimiento de la PTAR (Punto B), comparando con la Resolución 631/2015, “por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público

y se dictan otras disposiciones”, la demanda biológica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ) obtenida en el punto B, es menor al valor máximo permisible por la normatividad ambiental ( $90 \text{ mg/L O}_2$ ), comprendiendo que hay poco consumo de oxígeno por parte de los organismos presentes en el agua, es decir, existe una mínima actividad microbiana para la descomposición de la materia orgánica presente en la fuente hídrica, por consiguiente el agua residual en este punto del caño Motobomba, por la poca presencia de organismos que metabolizan la materia orgánica presente en el agua, se puede establecer que hay inicios de contaminación por desechos orgánicos, provenientes de diferentes fuentes como actividad doméstica y vegetación presenten alrededor, por lo que hay capacidad de autodepuración, porque existe también una gran cantidad de oxígeno disuelto en el agua (tabla 11), permitiendo que todas las sustancias orgánicas se oxiden convirtiéndose en materia mineral, además se presenta una alta turbulencia de las aguas que puede favorecer la cesión de oxígeno del aire a las aguas en contacto con él, sin embargo la información reflejada en la tabla 11, con respecto a las coliformes totales, demuestran que hay un riesgo alto de salubridad, por la alta concentración de coliformes presenten en este punto de la fuente hídrica, ya que pasa el valor máximo permisible que corresponde a  $100 \text{ NMP por } 100 \text{ cm}^3$  (Decreto 475 de 1998), por lo tanto, hay presencia en el agua de heces fecales abundantes y desechos en descomposición, las cuales pueden provenir de las aguas residuales domesticas del sector Berlín, lo cual podría convertirse en riesgo sanitario para la población del sector, ya que algunos habitantes pueden tener infección por inhalación o contacto directo de mascotas que ingieran de esta agua y generan trasmisión de enfermedades a los diferentes miembros de las familias.

**Tabla 11***Muestreo de agua superficial antes del vertimiento*

| <b>Parámetro</b>            | <b>Unidad</b>          | <b><u>Punto A Inicial</u></b> | <b><u>Punto B Inicial</u></b> |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                             |                        | <b>Resultado</b>              |                               |
| Nitrato                     | mg/L N-NO <sub>3</sub> | 0,4                           | 1,3                           |
| Nitrito                     | mg/L N-NO <sub>2</sub> | <0,010                        | 0,039                         |
| Nitrógeno Kjeldahl          | mg/L N                 | <5,00                         | <5,00                         |
| Nitrógeno Total             | mg/L N                 | <5,01                         | <5,00                         |
| Oxígeno Disuelto            | mg/L O <sub>2</sub>    | 547                           | 607                           |
| pH                          | unidad                 | 6,71(20,1°C)                  | 6,75(20,1°C)                  |
| Fosforo Total               | mg/L P                 | <1                            | <1                            |
| Coliformes Fecales          | NMP/100 mL             | 1600                          | 310                           |
| Coliformes Totales          | NMP/100 mL             | 41000                         | 57000                         |
| Escherichia Coli            | NMP/100 mL             | 1200                          | 200                           |
| Aceites y Grasas            | mg/L                   | <0,50                         | <0,50                         |
| DBO (5 días)                | mg/L                   | 21                            | <2                            |
| DQO                         | mg/L                   | 31                            | 12                            |
| Alcalinidad                 | mg/L CaCO <sub>3</sub> | 94,6                          | <20,0                         |
| Conductividad               | us/cm                  | 258                           | 74                            |
| Dureza Total                | mg/L CaCO <sub>3</sub> | 130                           | 27,3                          |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L                   | <20,0                         | <20,0                         |
| Temperatura                 | °C                     | 20,1                          | 20,1                          |
| Turbiedad                   | UNT                    | 5                             | 11,6                          |

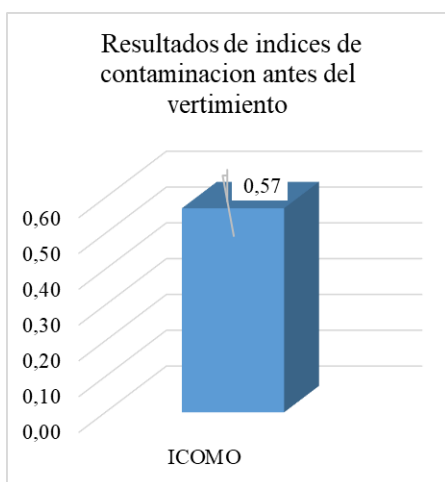
Nota. Resultados de análisis fisicoquímico hidrolab (2022).

Según los resultados obtenidos por los puntos antes del vertimiento de la PTAR al caño Motobomba, hay un índice de contaminación por materia orgánica de 0,57 (ver figura 14), indicando que hay una mediana contaminación, con presencia de materia orgánica y una actividad metabólica baja de los microorganismos presentes en el agua, para la descomposición de la materia orgánica, por lo tanto, existe una contaminación en el cuerpo hídrico de manera moderada, es decir, que el aumento del ICOMO se debe principalmente a la presencia de coliformes totales en la fuente hídrica. Un valor de ICOMO, presentado en el punto antes del vertimiento proveniente de la PTAR sobre el caño Motobombas, el cual es producto de la materia orgánica provienen de los alrededores de la fuente hídrica, proveniente de vertimientos

directos domésticos y posiblemente industriales, ya que hay zonas en el municipio de Inírida que no están canalizados o no cuentan con el sistema de alcantarillado. Un índice de contaminación por materia orgánica, dentro de una zona ambiental y urbana, produce consecuencias sobre la salud de los habitantes y la calidad de vida de cada uno de ellos.

**Figura 14**

*ICOMO antes del vertimiento*



Una vez el agua residual del municipio de Inírida, ha pasado por un tratamiento biológico (anaeróbico) dentro de la PTAR Berlín, se hace una toma de muestras en el vertimiento y aguas más abajo del vertimiento donde se intercepta o desemboca con el río Inírida, (ver tabla 12) y se obtienen resultados de análisis, la demanda biológica de oxígeno en 5 días (DBO5) mantiene los límites máximo permisibles por debajo del valor establecido en la normatividad, sin embargo, en lugar de disminuir la presencia de coliformes totales se genera un aumento de estas, con un resultado de casi el doble de coliformes que se encontraban presentes antes del vertimiento, sin embargo la cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua continua siendo superior, debido a la aireación que recibe en el punto C, ya que corresponde al vertimiento directo a la fuente receptora, así que la caída del agua permite una oxigenación del cuerpo de agua o del punto de

muestreo, todo lo anterior permite comprender que la PTAR Berlín, no está haciendo un óptimo trabajo, a lo que corresponden en el mejoramiento de la calidad del agua para la vida del ecosistema y el entorno social que lo comprende, ya que, en lugar de disminuir los índices de contaminación, el vertimiento ha producido un aumento de las variables como las coliformes totales.

**Tabla 12**

*Muestreo de agua superficial después del vertimiento*

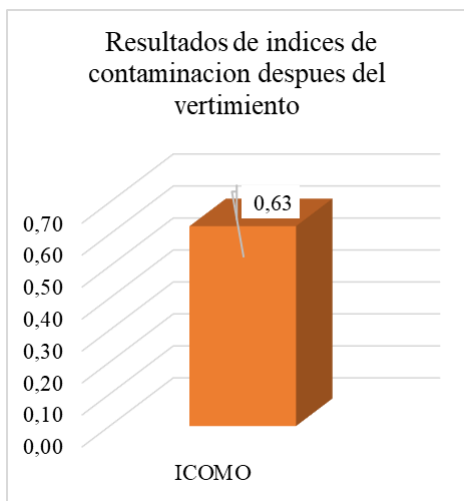
| Parámetro                   | Unidad                 | Punto C final | Punto D final |
|-----------------------------|------------------------|---------------|---------------|
|                             |                        | Resultado     |               |
| Nitrato                     | mg/L N-NO <sub>3</sub> | 1,7           | 0,6           |
| Nitrito                     | mg/L N-NO <sub>2</sub> | 0,026         | <0,010        |
| Nitrógeno Kjeldahl          | mg/L N                 | <5,00         | <5,00         |
| Nitrógeno Total             | mg/L N                 | <5,00         | <5,00         |
| Oxígeno Disuelto            | mg/L O <sub>2</sub>    | 572           | 605           |
| pH                          | unidad                 | 6,61(20,2°C)  | 6,58(20,4°C)  |
| Fosforo Total               | mg/L P                 | <1,0          | <1,0          |
| Coliformes Fecales          | NMP/100 mL             | <1,0          | <1,0          |
| Coliformes Totales          | NMP/100 mL             | 120000        | 66000         |
| Escherichia Coli            | NMP/100 mL             | <1,0          | <1,0          |
| Aceites y Grasas            | mg/L                   | 1,16          | <0,50         |
| DBO (5 días)                | mg/L                   | 54            | 12            |
| DQO                         | mg/L                   | 86            | 24            |
| Alcalinidad                 | mg/L CaCO <sub>3</sub> | 26,4          | <20,0         |
| Conductividad               | us/cm                  | 103           | 20            |
| Dureza Total                | mg/L CaCO <sub>3</sub> | 25,2          | 10,5          |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L                   | <20,0         | <20,0         |
| Temperatura                 | °C                     | 20,2          | 20,4          |
| Turbiedad                   | UNT                    | 24            | 4,9           |

Nota. Resultados de análisis fisicoquímico hidrolab (2022).

El aumento de coliformes totales después del punto del vertimiento de la PTAR, produce un aumento del ICOMO con un valor del 0,63 traducido como contaminación alta (figura 15), así que la contaminación de esta fuente hídrica es relevante y afecta negativamente, no solo el componente ambiental sino también para el social del municipio de Inírida, además de afectar directamente a la población aledaña al vertimiento, asimismo altera las condiciones físico-químicas y microbiológicas del caño Motobombas, aguas bajo, debido a que el punto de influencia de la PTAR se encuentra rodeado por gran parte rural, por lo tanto hay población que se suministra de esta fuente hídrica, para diferentes usos como doméstico y agrícola, por ende se genera un impacto sobre las condiciones de salud de las personas y demás bienes (cultivos y ganadería) que se sostienen de este preciado recurso.

**Figura 15**

*ICOMO después del vertimiento*



La PTAR Berlín cuenta con procesos de cribado, desarenador, canaleta Parshall, cámara de repartición de caudal, reactores UASB, sedimentadores secundarios, descarga, caseta de bombeo y pozo húmedo, lechos de secado y tanque almacenamiento de gas (Consortio Aguas del oriente, 2013), al ingresar el agua residual al sistema de tratamiento y hacer un análisis

fisicoquímico del agua residual, se obtiene valores de la tabla 15, donde hay un aumento considerable de coliformes fecales en exceso y junto a ella la DBO<sub>5</sub> es superior a la establecida por la normatividad ambiental, por lo tanto hay un gran actividad microbiana dentro de la PTAR. Posiblemente por estancamiento de materia orgánica, dentro de la planta de tratamiento que no solo genera afectaciones a las condiciones físico-químicas del agua, sino también los malos olores que se generan dentro de la población afectada.

**Tabla 13**

*Muestreo de agua superficial en la PTAR*

| <b>PTAR</b>                 |               |                  |
|-----------------------------|---------------|------------------|
| <b>Parámetro</b>            | <b>Unidad</b> | <b>Resultado</b> |
| pH                          | unidad        | 6,98(19,6°C)     |
| Coliformes Fecales          | NMP/100 mL    | 840000           |
| Aceites y Grasas            | mg/L          | 14,8             |
| DBO (5 días)                | mg/L          | 244              |
| DQO                         | mg/L          | 408              |
| Conductividad               | us/cm         | 927              |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L          | 47               |
| Sólidos totales             | mg/L          | 356              |
| Temperatura                 | °C            | 19,6             |

## 5.2 Identificar y calificar los impactos ambientales causados en el entorno por el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

### **funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.**

Una vez realizada la línea base, la cual permitió realizar la caracterización del sitio en el área de influencia directa e indirecta se hace una identificación de los impactos ambientales a través de la entrevista realizada a la comunidad.

Los datos obtenidos de la entrevista se pueden evidenciar en la tabla 1, donde se encuentra tabulada la información proporcionada por la comunidad que se encuentra dentro del área de influencia de la PTAR. Los habitantes o población afectada de manera positiva o negativamente, se encuentra dividida entre el conocimiento que tienen acerca de las aguas residuales, no solo en las afectaciones ambientales sino las consecuencias que esta acarrea sobre la salud de las personas y además la mayoría afirma que su calidad de vida si se ha visto afectada por el funcionamiento de la PTAR sector Berlín, ya que su mayor impacto recae sobre los olores ofensivos que generan malestar durante las horas del día y la noche.

**Tabla 14**

*Datos encuesta comunidad*

| Pregunta                                                                                                  | Si    | No   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| 1. ¿Conoce usted el concepto de agua residual?                                                            | 50 %  | 50 % |
| 2. ¿Tiene conocimiento de los riesgos que las aguas residuales generan en la salud?                       | 50 %  | 50 % |
| 3. ¿Cree usted que cuerpo de agua receptos se ha visto afectado por los vertimientos de aguas residuales? | 100 % | 0 %  |
| 4. ¿En su vivienda se presentan olores ofensivos?                                                         | 100 % | 0 %  |
| 5. ¿Cree usted que su salud se ha visto afectada de alguna manera por la PTAR?                            | 87 %  | 13 % |

Nota. Autor (2022).

Las figuras 16, 17 y 18 representa la calificación de los olores percibidos por las comunidades que se encuentran alrededor, obteniendo como resultados que las comunidad aledaña considera que los olores generados por la PTAR cerca a la viviendas, es “muy fuerte” esto se debe

principalmente la descomposición de la materia orgánica, además del represamiento del agua durante varias horas del día, que contiene una amplia actividad orgánica, las cuales liberan olores desagradables para los habitantes, sin embargo la mayoría de los hogares encuestados considera que los olores ofensivos tienen mayor frecuencia de vez en cuando, pero otros consideran que siempre, esto depende de la percepción de olor de los encuestados y de la cercanía de las viviendas a la PTAR, ya que los que viven más cerca van a presenciar con más frecuencia los olores que los que se encuentran ubicados a una distancia diferente. La presencia de olores dentro de la comunidad se da principalmente en la temporada de invierno, lo cual se debe por el aumento del caudal de la microcuenca, y la cantidad de agua que entra en la PTAR es mayor, así que los olores ofensivos pueden aumentar, debido a que, al aumentar el caudal, trae consigo mayor cantidad de carga contaminante o materia orgánica en descomposición, para poder hacer una afirmación con mayor profundidad de este factor, tendría que tenerse en cuenta otros factores como los climáticos y meteorológicos, ya que la dirección y la velocidad del viento, en algunas temporadas del año, también pueden aumentar los olores ofensivos, por dispersión.

**Figura 16**

*Clasificación de los olores ofensivos*

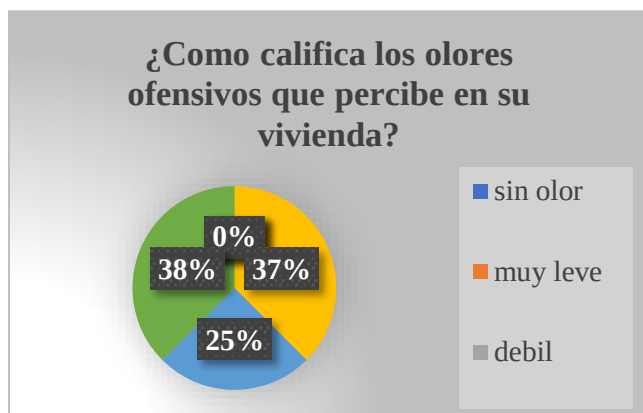
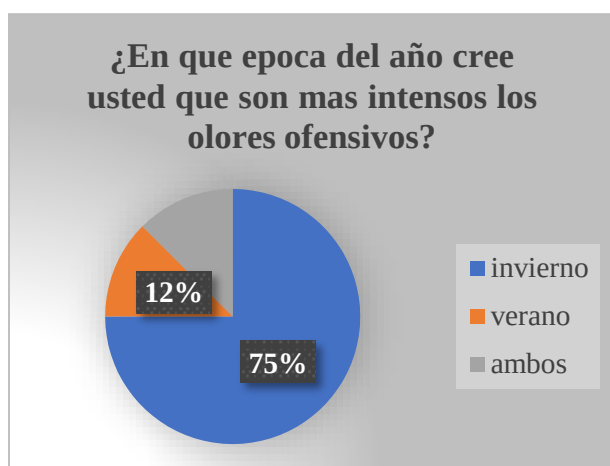


**Figura 17***Frecuencia de los olores ofensivo***Figura 18***Tiempo de intensidad de los olores ofensivos*

El acercamiento con las comunidades aledañas o población afectada de forma directa o indirecta, debe tenerse en cuenta en el momento de hacer una evaluación a los impactos ambientales, por medio de las encuestas y entrevistas desarrolladas dentro de los hogares de mayor cercanía a la PTAR, se puede evidenciar que hay un fuerte impacto ambiental sobre el componente aire, causado por los olores ofensivos, además al realizar la observación directa y los monitores de agua superficial se identifica impactos ambientales, clasificados por medio y componente ambiental afectado: Deterioro de la calidad del aire, olores ofensivos, alteración del

recurso hídrico: ICOMO, cambios en las condiciones físico-químicas del suelo, cambios del uso del suelo, modificación paisajística, cambio en la estructura y composición florística, Modificación y pérdida de cobertura vegetal, pérdida de biodiversidad, afectación de especies acuáticas, cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna, migración de especies, alteración de uso del suelo, afectación a la salud pública, calidad de vida, generación de empleo y valor de la tierra

Los impactos ambientales, sociales y económicos identificados por el funcionamiento de la PTAR fue en su totalidad 16 impactos, los cuales se encuentran distribuidos por componentes: Aire 2, Agua 1, suelo 2, flora 3, fauna 3, social 3 y económico 2. A partir de ellos se, hace la clasificación de estos usando el método de Batelle Columbus, el cual consiste en obtener los parámetros aplicables, donde se transforma sus valores correspondientes en unidades conmensurables y en consecuencia comparables, mediante técnicas de transformación. Las medidas de cada parámetro (en unidades características inconmensurables) se trasladaron en una escala de puntuación 0 a 1, que representa la Calidad Ambiental (C.A), en unidades conmensurables. La tabla 2 representa la clasificación de los impactos desde la importancia de poco significativo hasta grave. Que demuestra que el impacto que mayor gravedad ocasionado por el funcionamiento de la PTAR son los olores ofensivos, alteración de uso de suelo y salud pública. Por lo tanto, al alteración del componente aire por los olores ofensivos, se encuentra generando también una alteración en la salud pública, por lo tanto entra en competencia de la administración municipal y autoridades ambientales competentes, que deben generar estrategias y si es el caso medidas sancionatorias por incumplimiento de la normatividad y afectación de la calidad de vida de la población, ya que la inhalación de olores ofensivos y contacto con este tipo de aguas residuales, generan consecuencias graves sobre la salud por contraer enfermedades

como la hepatitis A, enfermedad diarreica aguda EDA y fiebre tifoidea y paratifoidea según Rodríguez, García & García (2016), afectando a la población más vulnerable que es la infantil.

Adicionalmente con consecuencia de los olores ofensivos generados por el funcionamiento de la PTAR Berlín, hay una pérdida del valor de la tierra, debido a que la población no tendrá iniciativas de nuevas construcciones cerca de esta debido a las afectaciones ambientales que presenta y las consecuencias que acarrea sobre la salud de las familias, la generación los malos olores dentro de una PTAR se deben a diversos factores de acuerdo al Ministerio de Salud y Protección Social (2012); mal diseño de la planta de tratamiento, operación incorrecta de la PTAR por acumulación de materia orgánica o mal almacenamiento de lodos, pH inadecuado en el agua tratada que provoca generación de ácido sulfhídrico (principal responsable de la generación de malos olores en la PTAR) e inadecuado control de malos olores.

**Tabla 15**

*Clasificación de los impactos ambientales*

| MEDIO    | % medio | % componente | COMPONENTE | % impacto | IMPACTOS                                             | Variación | Importancia        |
|----------|---------|--------------|------------|-----------|------------------------------------------------------|-----------|--------------------|
| ABIOTICO | 2,07    | 10,09        | Aire       | 0,44      | Deterioro de la calidad del aire                     | 13%       | Poco significativo |
|          |         |              |            | 0,51      | Olores ofensivos                                     | 90%       | Grave              |
|          |         | 0,06         | Agua       | 0,66      | ICOMO                                                | 63%       | Relevante          |
|          |         | 10,11        | Suelo      | 0,59      | Cambios en las condiciones físico químicas del suelo | 32%       | Moderado           |
|          |         |              |            | 0,59      | Cambios del uso del suelo                            | 28%       | Moderado           |
| BIOTICO  | 3,1     | 10,1         | Flora      | 0,41      | cambio en la estructura y composición florística     | 19%       | Poco significativo |
|          |         |              |            | 0,41      | Modificación y perdida de cobertura vegetal          | 44%       | Moderado           |
|          |         |              |            | 0,55      | pérdida de biodiversidad                             | 21%       | Poco significativo |
|          |         | 10,2         | Fauna      | 0,55      | Afectación de especies acuáticas                     | 42%       | Moderado           |

|        |     |      |           |      |                                                                          |     |                    |
|--------|-----|------|-----------|------|--------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|
|        |     |      |           | 0,55 | cambio en la riqueza y abundancia(diversidad)en las comunidades de fauna | 16% | Poco significativo |
|        |     |      |           | 0,55 | migración de especies                                                    | 25% | Poco significativo |
| SOCIAL | 2,8 | 10,2 | Cultural  | 0,69 | Alteración de usos del suelo                                             | 80% | Grave              |
|        |     |      |           | 0,62 | afectación a la salud publica                                            | 80% | Grave              |
|        |     |      |           | 0,41 | calidad de vida                                                          | 38% | Moderado           |
|        |     | 10,1 | Económico | 0,48 | Generación de empleo                                                     | 67% | Relevante          |
|        |     |      |           | 0,55 | valor de la tierra                                                       | 38% | Moderado           |

Nota. Autor (2022).

Por el funcionamiento de este sistema de tratamiento de hace una afectación directa de carácter moderado sobre el componente de suelo, flora y fauna, debido a que el funcionamiento de la PTAR produjo el ayuntamiento de diferentes especies terrestres, por lo ruidos que se pueden producir al entrar en operación diferentes equipos utilizados en el sistema y las especies de fauna acuática, pueden no sobrevivir a las condiciones físico-químicas que presenta el medio acuático (caño motobomba), por lo que pueden que no se adapten y mueran, generando así la pérdida de la biodiversidad del medio, de manera consecutiva el paso constante de personal al ingreso a la PTAR genera un estrés sobre las diferentes especies de flora y fauna presenta en el medio natural, otro componente afectado directamente por el funcionamiento de la PTAR es el componente agua el cual presenta una importancia de tipo relevante lo que indica que el nivel de contaminación que está presentando es bastante alto debido a la alta presencia de coliformes fecales, siendo así un peligro latente para toda la población que hace uso de este cuerpo hídrico y de la misma manera alterando las condiciones físico-químicas del mismo generando un impacto de gran importancia.

La mayor afectación genera por el funcionamiento de la PTAR ha sido a la parte social, ya que algunos habitantes de acuerdo con las encuestas aplicadas, manifiestan inconformidad por los malos olores generados en el tratamiento de las aguas residuales, así mismo este es el mayor

de los impactos generados en el componente aire, además de generar un impacto positivo sobre la generación de empleo, ya que el funcionamiento de la PTAR genero empleo en la región y en el sector a personas con estudios superiores y personal para oficios varios, aquello que tiene que ver con la operación y manteamiento de la PTAR, adicionalmente se presentan empleos indirectos como el personal que hacen revisiones periódicas o evaluación al funcionamiento de la PTAR por parte de las autoridades ambientales y laboratorios que reciben muestras para su análisis físico-químico, entre otros.

### **5.3 Proponer medidas de manejo ambiental tomando como base los resultados y análisis obtenidos**

De acuerdo a los componentes evaluados se proponen 5 programas como medidas de manejo ambiental ante los impactos que genera la PTAR dentro del área de influencia, para lo cual se muestran las siguientes fichas de manejo ambiental.

#### **P1: Programa de calidad de aire**

- P1.1. Manejo de material particulado y olores ofensivos

#### **P2: Programa de calidad del agua**

- P2.1. Manejo de Contaminación hídrica
- P2.2. Manejo de residuos líquidos y vertimientos

#### **P3: Programa de calidad de suelo**

- P 3.1. Manejo de alteración del recurso suelo
- P3.2. Manejo de las afectaciones por residuos sólidos ordinarios y peligrosos

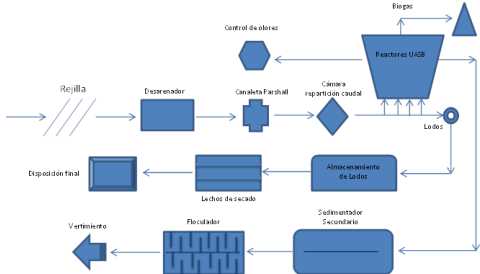
#### **P4: Programa de cobertura vegetal y fauna silvestre**

- P4.1. Manejo de alteración al recurso fáunico y florístico

P5: Programa de participación comunitaria y económica

- P5.1. Manejo de las afectaciones socioeconómicas

| P1. Programa de Calidad del aire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|
| P1.1. Manejo de material particulado y olores ofensivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| Objetivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |                                                  |                       |                                                  |
| Establecer medidas que contribuyan a prevenir, controlar y mitigar el impacto producido por el material particulado y los olores ofensivos, generados por la actividad de trabajo dentro de la PTAR provenientes de la descomposicion de la materia organica.                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| Meta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| Cumplimiento del 100% de las medidas ambientales (norma) propuestas para el manejo de material particulado y olores ofensivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| EVALUACION DE IMPACTOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | IMPACTO                                              | EVALUACION                                                                                                                         | ELEMENTOS AFECTATOS   |                                                  |
| Mantenimiento y operación de la PTAR Berlin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Contaminacion por material particulado y gases (ICA) | Poco significativo                                                                                                                 | Aire                  |                                                  |
| Funcionamiento de los floculadores, lechos de secado y reactor UASB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Contaminacion por olores ofensivos                   | Grave                                                                                                                              | Aire                  |                                                  |
| AREA DE APLICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      | TIPO DE MEDIDAS                                                                                                                    |                       |                                                  |
| Area en general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      | Prevencion                                                                                                                         | x                     |                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      | Mitigacion                                                                                                                         | x                     |                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      | Correccion                                                                                                                         |                       |                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      | Compensacion                                                                                                                       |                       |                                                  |
| ACCIONES A DESAROLLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| Los operarios y encargados del funcionamiento de la planta deben realizar periodicamente limpieza y mantenimiento a cada una de las etapas que conforman la PTAR, para que en las zonas donde se genera material particulado, gases y olores ofensivos, que afectan a la comunidad sean prevenidos e incluso mitigados, para lo cual se debe hacer la contruccion de barreras vivas que evitan que los olores sean esparcidos de manera directa, ya que estos permitaran un control de estos y actuaran como un muro para su salida. |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| TECNOLOGIA A UTILIZAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| Mantenimiento preventivo de cada parte de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| Permanente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| Operador de la PTAR e ingeniero ambiental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| PERSONAL REQUERIDO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| Operadores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| META                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | VALOR                                                | INDICADOR                                                                                                                          | RESPONSABLE           | REGISTRO                                         |
| Limpieza y mantenimiento semestral de las diferentes etapas de operación en la planta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ≥ 80%                                                | $\frac{N^{\circ} \text{ de limpiezas y mantenimiento realizado}}{N^{\circ} \text{ de limpiezas y mantenimiento total}} \times 100$ | Operador de la planta | Planilla de registro de mantenimiento y limpieza |
| Plantacion de barreras vivas en 6 meses dentro del perimetro de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 100%                                                 | $\frac{Perimetro \text{ plantado}}{Perimetro \text{ PTAR}} \times 100$                                                             | Coordinador de la HSE | Planilla para el control ambiental               |
| PRESUPUESTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |
| Contemplado en el presupuesto de todo el proyecto de la obra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |                                                                                                                                    |                       |                                                  |

| P2. Programa de Calidad del agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|
| P2.1. Manejo de Contaminacion hidrica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| Objetivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                    |                       |                                                          |
| Establecer medidas de prevención, mitigación y control de la contaminación en las corrientes de agua superficiales y subterráneas, a raíz de las actividades de operación de la Planta.                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| Meta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| Garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental, Resolucion 0631 de 2015, en cuanto a los rangos de remoción de contaminantes para el vertimiento de las aguas residuales generadas en la planta                                                                                                                                                                                |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| EVALUACION DE IMPACTOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | IMPACTO                          | EVALUACION                                                                                                           | ELEMENTOS AFECTATOS   |                                                          |
| Operación de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Alteracion del recurso hidrico   | Poco significativo                                                                                                   | Agua                  |                                                          |
| Salida y entrada del vertimiento de la PTAR a la fuente receptora                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Indices de ICOMI, ICOMO E ICOSUS | Relevante / Poco significativo                                                                                       | Agua                  |                                                          |
| AREA DE APLICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  | TIPO DE MEDIDAS                                                                                                      |                       |                                                          |
| Area en general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | Prevencion                                                                                                           | x                     |                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | Mitigacion                                                                                                           | x                     |                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | Correccion                                                                                                           |                       |                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | Compensacion                                                                                                         |                       |                                                          |
| ACCIONES A DESAROLLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| De acuerdo, a la normatividad ambiental se debe hacer una remocion del 80% como minimo de la carga organica, para lo cual se deben realizar constantemente monitores y analisis que permita verificar paramentros en la entrada del vertimiento a la PTAR y luego a la salida con el fin de verificar el cumplimiento de esta normatividad y evitar la alteracion en el recurso hidrico |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| TECNOLOGIA A UTILIZAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| Mantenimiento preventivo de cada parte de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| Permanente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| Operador de la PTAR e ingeniero ambiental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| PERSONAL REQUERIDO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| Operadores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| META                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | VALOR                            | INDICACOR                                                                                                            | RESPONSABLE           | REGISTRO                                                 |
| Monitoreo y analisis de paramentros quimicas antes y despues de la PTAR, una vez a la semana                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ≥ 80%                            | $\frac{N^{\circ} \text{ de monitoreos en 3 meses realizados}}{12 (\text{Monitoreos totales en 3 meses})} \times 100$ | Operador de la planta | Planilla de registro de monitoreo y analisis de muestras |
| Remocion del 80% de la carga organica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 80%                              | Comparacion de carga organica antes de entrar a la PTAR y despues de salir a la fuente receptora                     | Coordinador de la HSE | Planilla para el control ambiental                       |
| PRESUPUESTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |
| Contemplado en el presupuesto de todo el provento de la obra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                                                                                      |                       |                                                          |

| P2. Programa de calidad de agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--|--|--|----|----------------|-------------|-------------|----------------------------------|---------|--------|--------|--------------------------------------|---------|-------|--|-----------------------------------|------|--------|-------|-------------------------------|------|------|------|------------------|------|-------|-------|-----------------------------------------------|------|--------------------|--|----------------------|--|--|--|-----------------------------|------|--------------------|--|------------------------------|--|--|--|------------------------|------|--------------------|--|-------------------|------|--------------------|--|--------------------------------|--|--|--|-------------------|------|--------------------|--|-------------------|------|--------------------|--|-----------------------------|------|--------------------|--|---------------------|------|--------------------|--|
| P2.2. Manejo de residuos líquidos y vertimientos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| <b>Objetivo</b><br>Evitar vertimientos de aguas domésticas e industriales sin previo tratamiento a los cuerpos de agua y de esta manera dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                         |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| <b>Meta</b><br>Ejecutar el 100% de las gestiones para el manejo de los residuos líquidos propios de la actividad realizada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| EVALUACION DE IMPACTOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | IMPACTO                           |                                                                                                                           | EVALUACION                                                                                                                                                                                                             | ELEMENTOS AFECTADOS                              |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Operación de la PTAR y tratamiento de lechos de secado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Afectacion a la salud publica     |                                                                                                                           | Grave                                                                                                                                                                                                                  | Cultural                                         |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Operación de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Calidad de vida                   |                                                                                                                           | Moderado                                                                                                                                                                                                               | Cultural                                         |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Operación de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Alteracion de la calidad del agua |                                                                                                                           | Relevante                                                                                                                                                                                                              | Agua                                             |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| AREA DE APLICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |                                                                                                                           | TIPO DE MEDIDAS                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Area en general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                                                                                           | Prevencion                                                                                                                                                                                                             | x                                                |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                                                                                           | Mitigacion                                                                                                                                                                                                             | x                                                |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                                                                                           | Correccion                                                                                                                                                                                                             |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                                                                                           | Compensacion                                                                                                                                                                                                           |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| ACCIONES A DESAROLLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| <p>Las aguas residuales domésticas se originan en la zona de campamentos, oficinas, talleres y todo sector donde existan servicios sanitarios, duchas o cocinas. Antes de conducirla a la zona de tratamiento, deberá pasar primero por una Trampa de grasas, cuya función es retener las grasas y jabones provenientes de sanitarios, duchas o cocinas. Ademas de tener cuenta los siguientes parametros para el vertimientos de los residuos liquidos una vez, sale de la PTAR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Unidades</th> <th>Aguas residuales domésticas (ARD) de las soluciones individuales de saneamiento de viviendas unifamiliares o bifamiliares</th> <th>Aguas residuales domésticas (ARD), y de las aguas residuales (ARD – ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales, con una carga menor o igual a 625,00 kg/día DBO5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4"><b>Generales</b></td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>Unidades de pH</td> <td>6,00 a 9,00</td> <td>6,00 a 9,00</td> </tr> <tr> <td>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</td> <td>mg/L O2</td> <td>200,00</td> <td>180,00</td> </tr> <tr> <td>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)</td> <td>mg/L O2</td> <td colspan="2">90,00</td> </tr> <tr> <td>Sólidos Suspendidos Totales (SST)</td> <td>mg/L</td> <td>100,00</td> <td>90,00</td> </tr> <tr> <td>Sólidos Sedimentables (SSSED)</td> <td>ml/L</td> <td>5,00</td> <td>5,00</td> </tr> <tr> <td>Grasas y Aceites</td> <td>mg/L</td> <td>20,00</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)</td> <td>mg/L</td> <td colspan="2">Análisis y Reporte</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Hidrocarburos</b></td> </tr> <tr> <td>Hidrocarburos Totales (HTP)</td> <td>mg/L</td> <td colspan="2">Análisis y Reporte</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Compuestos de Fósforo</b></td> </tr> <tr> <td>Ortofosfatos (P-PO43-)</td> <td>mg/L</td> <td colspan="2">Análisis y Reporte</td> </tr> <tr> <td>Fósforo Total (P)</td> <td>mg/L</td> <td colspan="2">Análisis y Reporte</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Compuestos de Nitrógeno</b></td> </tr> <tr> <td>Nitratos (N-NO3-)</td> <td>mg/L</td> <td colspan="2">Análisis y Reporte</td> </tr> <tr> <td>Nitritos (N-NO2-)</td> <td>mg/L</td> <td colspan="2">Análisis y Reporte</td> </tr> <tr> <td>Nitrógeno Amoniacal (N-NH3)</td> <td>mg/L</td> <td colspan="2">Análisis y Reporte</td> </tr> <tr> <td>Nitrógeno Total (N)</td> <td>mg/L</td> <td colspan="2">Análisis y Reporte</td> </tr> </tbody> </table> |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  | Parámetro | Unidades | Aguas residuales domésticas (ARD) de las soluciones individuales de saneamiento de viviendas unifamiliares o bifamiliares | Aguas residuales domésticas (ARD), y de las aguas residuales (ARD – ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales, con una carga menor o igual a 625,00 kg/día DBO5 | <b>Generales</b> |  |  |  | pH | Unidades de pH | 6,00 a 9,00 | 6,00 a 9,00 | Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mg/L O2 | 200,00 | 180,00 | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | mg/L O2 | 90,00 |  | Sólidos Suspendidos Totales (SST) | mg/L | 100,00 | 90,00 | Sólidos Sedimentables (SSSED) | ml/L | 5,00 | 5,00 | Grasas y Aceites | mg/L | 20,00 | 20,00 | Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM) | mg/L | Análisis y Reporte |  | <b>Hidrocarburos</b> |  |  |  | Hidrocarburos Totales (HTP) | mg/L | Análisis y Reporte |  | <b>Compuestos de Fósforo</b> |  |  |  | Ortofosfatos (P-PO43-) | mg/L | Análisis y Reporte |  | Fósforo Total (P) | mg/L | Análisis y Reporte |  | <b>Compuestos de Nitrógeno</b> |  |  |  | Nitratos (N-NO3-) | mg/L | Análisis y Reporte |  | Nitritos (N-NO2-) | mg/L | Análisis y Reporte |  | Nitrógeno Amoniacal (N-NH3) | mg/L | Análisis y Reporte |  | Nitrógeno Total (N) | mg/L | Análisis y Reporte |  |
| Parámetro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Unidades                          | Aguas residuales domésticas (ARD) de las soluciones individuales de saneamiento de viviendas unifamiliares o bifamiliares | Aguas residuales domésticas (ARD), y de las aguas residuales (ARD – ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales, con una carga menor o igual a 625,00 kg/día DBO5 |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| <b>Generales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| pH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Unidades de pH                    | 6,00 a 9,00                                                                                                               | 6,00 a 9,00                                                                                                                                                                                                            |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | mg/L O2                           | 200,00                                                                                                                    | 180,00                                                                                                                                                                                                                 |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | mg/L O2                           | 90,00                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | mg/L                              | 100,00                                                                                                                    | 90,00                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Sólidos Sedimentables (SSSED)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ml/L                              | 5,00                                                                                                                      | 5,00                                                                                                                                                                                                                   |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Grasas y Aceites                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | mg/L                              | 20,00                                                                                                                     | 20,00                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | mg/L                              | Análisis y Reporte                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| <b>Hidrocarburos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Hidrocarburos Totales (HTP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | mg/L                              | Análisis y Reporte                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| <b>Compuestos de Fósforo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Ortofosfatos (P-PO43-)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | mg/L                              | Análisis y Reporte                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Fósforo Total (P)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | mg/L                              | Análisis y Reporte                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| <b>Compuestos de Nitrógeno</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Nitratos (N-NO3-)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | mg/L                              | Análisis y Reporte                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Nitritos (N-NO2-)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | mg/L                              | Análisis y Reporte                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Nitrógeno Amoniacal (N-NH3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | mg/L                              | Análisis y Reporte                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Nitrógeno Total (N)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | mg/L                              | Análisis y Reporte                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| TECNOLOGIA A UTILIZAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Herramientas manuales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Permanente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Coordinador ambiental de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| PERSONAL REQUERIDO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Operadores y mano de obra calificada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| META                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | VALOR                             | INDICADOR                                                                                                                 | RESPONSABLE                                                                                                                                                                                                            | REGISTRO                                         |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Aguas residuales domesticas generadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   | Cantidad de aguas residuales domesticas generadas y cantidad tratada o que pasa por la trampa de grasas                   | Coordinador ambiental de la PTAR                                                                                                                                                                                       | Planilla para el control y evidencia fotografica |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Analizar la calidad de los vertimientos generados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Normatividad                      | Comparar los parametros analizados con los valores maximos permisibles por la normatividad ambiental vigente              | Coordinador ambiental de la PTAR                                                                                                                                                                                       | Planilla para el control y evidencia fotografica |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| PRESUPUESTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |
| Contemplado en el presupuesto de todo el proyecto de la obra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |           |          |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                  |  |  |  |    |                |             |             |                                  |         |        |        |                                      |         |       |  |                                   |      |        |       |                               |      |      |      |                  |      |       |       |                                               |      |                    |  |                      |  |  |  |                             |      |                    |  |                              |  |  |  |                        |      |                    |  |                   |      |                    |  |                                |  |  |  |                   |      |                    |  |                   |      |                    |  |                             |      |                    |  |                     |      |                    |  |

| P3. Programa de Calidad del suelo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| P3.1. Manejo de alteracion del recurso suelo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| Objetivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |   |                                  |                                            |
| Proponer acciones que permitan corregir las alteraciones generadas a la estructura fisica y quimica del suelo despues del funcionamiento de la PTAR.                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| Meta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| Controlar los cambios en las condiciones tanto fisicas como quimicas del suelo por la contruccion y puesta en marcha de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| EVALUACION DE IMPACTOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| FASE CONSTRUCTIVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | IMPACTO                                              | EVALUACION                                                                          | ELEMENTOS AFECTATOS              |                                            |
| Operación de la planta de tratamiento de aguas residuales Berlin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cambios en las condiciones fisico quimicas del suelo | Moderado                                                                            | Suelo                            |                                            |
| Construccion de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Cambios en el uso del suelo                          | Moderado                                                                            | Suelo                            |                                            |
| AREA DE APLICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      | TIPO DE MEDIDAS                                                                     |                                  |                                            |
| Area en general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      | Prevencion                                                                          |                                  |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      | Mitigacion                                                                          | x                                |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      | Correccion                                                                          | x                                |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      | Compensacion                                                                        |                                  |                                            |
| ACCIONES A DESAROLLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| Se debe hacer una correccion de las mayores areas de suelo afectada por la construccion de la PTAR, dentro de lo cual se debe realizar un plan de restauracion ambiental del suelo activa, para recuperar sus propiedades fisicas y quimicas, ya que algunas zonas se encuentran desnudos o desprotegidas, lo cual genera procesos de erosin y perdida de la estructura del suelo. |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| TECNOLOGIA A UTILIZAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| Herramientas manuales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| Permanente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| Coordinador ambiental de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| PERSONAL REQUERIDO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| Operadores y mano de obra calificada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| META                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | VALOR                                                | INDICACOR                                                                           | RESPONSABLE                      | REGISTRO                                   |
| Recuperacion de las areas erosionadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ≥ 80%                                                | $\frac{Area recuperada}{Area erosinada (m^2)} \times 100$                           | Coordinador ambiental de la PTAR | Planilla de control y registro fotografico |
| Generar acciones que permitan estar en arminia con el uso de suelo actual de la zona                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      | Acciones generadas para que la actividad sea acorde con el uso de suelo residencial | Coordinador de la HSE            | Planilla para el control ambiental         |
| PRESUPUESTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |
| Contemplado en el presupuesto de todo el proyecto de la obra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                      |                                                                                     |                                  |                                            |

| P3. Programa de Calidad del suelo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|
| P3.2. Manejo de las afectaciones por residuos sólidos ordinarios y peligrosos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| <b>Objetivo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                    |                                  |                                               |
| Ejecutar un apropiado manejo y disposición final de los residuos sólidos generados en la etapa de operación de la PTAR, con el fin de mitigar los riesgos de alteración en la calidad de suelos, agua y aire, así como la calidad de vida de quienes operan en dichas etapas.                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| <b>Meta</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| Disponer o aprovechar adecuadamente el 100% de todos los residuos generados por el proyecto en sus etapas, en cumplimiento con la normatividad colombiana vigente como los RESPEL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| EVALUACION DE IMPACTOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| FASE CONSTRUCTIVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | IMPACTO                                                                            | EVALUACION                                                                                         | ELEMENTOS AFECTADOS              |                                               |
| Operación de la planta de tratamiento de aguas residuales Berlin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Cambios en las condiciones físico químicas del suelo                               | Moderado                                                                                           | Suelo                            |                                               |
| Operación de la planta de tratamiento de aguas residuales Berlin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Alteración en las propiedades físico químicas del agua                             | Relevante                                                                                          | Agua                             |                                               |
| AREA DE APLICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                    | TIPO DE MEDIDAS                                                                                    |                                  |                                               |
| Area en general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                    | Prevencion                                                                                         |                                  |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                    | Mitigacion                                                                                         | x                                |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                    | Correccion                                                                                         | x                                |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                    | Compensacion                                                                                       |                                  |                                               |
| ACCIONES A DESARROLLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| <p>Se debe realizar primeramente una clasificación y separación en la fuente de los residuos sólidos, que facilita el almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento, transporte y disposición final de los residuos sólidos. Clasificandolos en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Residuos no peligrosos: Ordinarios, reciclables y biodegradables</li> <li>- Residuos peligrosos: RESPEL</li> </ul> <p>Luego de la clasificación y separación en la fuente teniendo el código de colores así:</p> |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| TECNOLOGIA A UTILIZAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| Herramientas manuales y nuevo código de colores de residuos sólidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| Permanente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| Coordinador ambiental de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| PERSONAL REQUERIDO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| Operadores y mano de obra calificada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| META                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | VALOR                                                                              | INDICADOR                                                                                          | RESPONSABLE                      | REGISTRO                                      |
| Implementación de canecas con los códigos de colores de acuerdo a la Resolución No. 2184 de 2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 100%                                                                               | Implementación de las canecas como puntos ecológicos                                               | Coordinador ambiental de la PTAR | Planilla de control y registro fotográfico    |
| Capacitación del personal sobre la clasificación y separación en la fuente de los residuos sólidos generados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | >90 %                                                                              | $\frac{N^{\circ} \text{ empleados que asistieron}}{N^{\circ} \text{ empleados total}} \times 100$  | Coordinador de la HSE            | Planilla de asistencia y registro fotográfico |
| Disposición adecuada del 100% de los lodos generados en los lechos de secado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 100%                                                                               | $\frac{\text{Volumen dispuesto en el relleno sanitario}}{\text{Volumen total de lodo}} \times 100$ | Coordinador de la HSE            | Planilla de lodos generados                   |
| PRESUPUESTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |
| Contemplado en el presupuesto de todo el proyecto de la obra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                    |                                                                                                    |                                  |                                               |

| P4. Programa de cobertura vegetal y fauna silvestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| P4.1. Manejo de alteracion al recurso faunico y floristico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| <b>Objetivo</b><br>Conservar las características y propiedades de la capa superficial del suelo y posibilitar la conservación de parte de la existente y facilitar la extracción y utilización de la que se requiere remover.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                  |                     |                                  |                                            |
| <b>Meta</b><br>Evaluar la reforestacion adecuada de las zonas que fueron afectadas por la construccion de la PTAR, para realizar su respectiva compensacion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| EVALUACION DE IMPACTOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| FASE CONSTRUCTIVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | IMPACTO                                          | EVALUACION                                                                                             | ELEMENTOS AFECTATOS              |                                            |
| Operación de la PTAR y generacion de vertimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Cambio en la estructura y composicion floristica | Poco significativo                                                                                     | Flora                            |                                            |
| Operación de la PTAR y generacion de vertimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Modificacion y perdida de cobertura vegetal      | Poco significativo                                                                                     | Flora                            |                                            |
| Operación de la PTAR y generacion de vertimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Migracion de especies                            | Poco significativo                                                                                     | Fauna                            |                                            |
| Operación de la PTAR y generacion de vertimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Perdida de biodiversidad                         | Moderado                                                                                               | Fauna y flora                    |                                            |
| AREA DE APLICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                  | TIPO DE MEDIDAS                                                                                        |                                  |                                            |
| Area en general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                  | Prevencion                                                                                             |                                  |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                  | Mitigacion                                                                                             |                                  |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                  | Correccion                                                                                             | x                                |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                  | Compensacion                                                                                           | x                                |                                            |
| ACCIONES A DESAROLLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| Compensar las especies de flora y fauna que fueron afectadas por la construccion de la PTAR, creando asi un plan de compensacion ambiental, donde se establezca la siembra y conservacion de las especies plantadas, ademas para la migracion de especies se deben mantener un ambiente armonico, es decir, sin la generacion de contaminacion auditiva que pueda generar el ayuntamiento de la fauna. Algunas especies para la reforestacion a combenir son:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p><i>Anaxagorea crassipetala</i></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><i>Citrus limon</i></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><i>Galipea dasysperma</i></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><i>Mangifera indica</i></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><i>Psidium guajava</i></p> </div> </div> |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| TECNOLOGIA A UTILIZAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| Herramientas manuales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| Permanente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| Coordinador ambiental de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| PERSONAL REQUERIDO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| Operadores y mano de obra calificada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| META                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | VALOR                                            | INDICACOR                                                                                              | RESPONSABLE                      | REGISTRO                                   |
| Plantacion de especies identificadas en la zona de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ≥ 80%                                            | $\frac{\text{Individuos vivos despues de 2 meses}}{\text{Individuos plantados}} \times 100$            | Coordinador ambiental de la PTAR | Planilla de control y registro fotografico |
| Mantener el silencio y libre de contaminacion auditiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                  | $\frac{\text{Nº Individuos despues del proyecto}}{\text{Nº Individuos antes del proyecto}} \times 100$ | Coordinador de la HSE            | Planilla para el control ambiental         |
| PRESUPUESTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |
| Contemplado en el presupuesto de todo el proyecto de la obra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                  |                                                                                                        |                                  |                                            |

| P5. Programa de participacion comunitaria y economica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|
| P5.1. Manejo de las afectaciones socioeconomicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| <b>Objetivo</b><br>Vincular la población local en las actividades de operación de la PTAR, además que se permita generar condiciones para que las organizaciones existentes puedan ofrecer bienes y servicios demandados por el proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                      |                                                                |                                             |                                                |
| <b>Meta</b><br>Evitar las afectaciones a la salud y mejorar la calidad de vida de sus habitantes en un 70%.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| EVALUACION DE IMPACTOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| FASE CONSTRUCTIVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| ACTIVIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | IMPACTO                              | EVALUACION                                                                                                                                       | ELEMENTOS AFECTADOS                         |                                                |
| Operación de la PTAR y tratamiento de lechos de secado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Afectacion a la salud publica        | Grave                                                                                                                                            | Cultural                                    |                                                |
| Operacion de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Calidad de vida                      | Moderado                                                                                                                                         | Cultural                                    |                                                |
| Operacion de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Generacion de empleo                 | Relevante                                                                                                                                        | Economico                                   |                                                |
| Operacion de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Valor de la tierra                   | Moderado                                                                                                                                         | Economico                                   |                                                |
| AREA DE APLICACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                      | TIPO DE MEDIDAS                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| Area en general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      | Prevencion                                                                                                                                       |                                             |                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      | Mitigacion                                                                                                                                       |                                             |                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      | Correccion                                                                                                                                       | x                                           |                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      | Compensacion                                                                                                                                     | x                                           |                                                |
| ACCIONES A DESAROLLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| Se establecerán unos lineamientos de contratación para que la empresa de servicios publicos a cargo, el contratista deberá entregar, soportes de la vinculación a la Seguridad Social de cada trabajador. La periodicidad en la entrega de dichos soportes quedará especificada en el contrato.<br>De acuerdo con el plazo estipulado en cada contrato, el Contratista entregará un informe sobre el número de empleados totales y los que corresponden a mano de obra local y la procedencia. De esta forma se podrá medir periódicamente el cumplimiento del programa de contratación. |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| TECNOLOGIA A UTILIZAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| Herramientas manuales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| Permanente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| Coordinador ambiental de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| PERSONAL REQUERIDO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| Operadores y mano de obra calificada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| META                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | VALOR                                | INDICADOR                                                                                                                                        | RESPONSABLE                                 | REGISTRO                                       |
| Generar empleo local en la PTAR, para el mejoramiento de la calidad de vida de la zona de influencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | De acuerdo a la necesidad de la PTAR | Numero de empleados locales                                                                                                                      | Encargado de la seguridad social de la obra | Registro de contratacion                       |
| Potencializar el valor de las tierras aledañas a la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | > 80%                                | $\frac{\text{N}^\circ \text{ de predios vendidos en 2 meses}}{\text{N}^\circ \text{ de predios aledaños al proyecto}} \times 100$                | Peritaje                                    | Registro de predios vendidos                   |
| Evitar enfermedades respiratorias y gastrointestinales por el funcionamiento de la PTAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | < 30%                                | $\frac{\text{N}^\circ \text{ enfermos respiratoria o digestiva en 2 meses}}{\text{N}^\circ \text{ habitantes de la zona de la PTAR}} \times 100$ | Encargado de la seguridad social de la obra | Planilla para el control y encuestas comunidad |
| PRESUPUESTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |
| Contemplado en el presupuesto de todo el proyecto de la obra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                      |                                                                                                                                                  |                                             |                                                |

## Capítulo 6. Conclusiones

Hacer una evaluación ambiental a un proyecto de cualquier índole, se considera de gran importancia, debido a que permite hacer mejoras e identificar los impactos ambientales, sociales y económicos, que generan a partir de los procesos o fases de la actividad que se realice en el proyecto u organización, una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, genera impactos ambientales, teóricamente esos impactos generados deben ser positivos, ya que permite mejorar las condiciones físico-químicas y microbiológicas de las fuentes hídricas receptoras del vertimiento, adecuando ecosistemas propicios para la supervivencia de especies faúnicas y florísticas, además de que las comunidades aledañas permiten desarrollar su vida y actividades cotidianas, alrededor de este recursos tan necesario en la vida de las personas; sin embargo en la PTAR sector Berlín, perteneciente al municipio de Inírida, Guainía, se concluye que hay falencias que generan impactos negativos sobre el área de influencia, afectando principalmente el componente social, por la dispersión y contaminación del aire producto de los malos olores que son dispersados por la PTAR y que no cuentan con un control ambiental adecuado, según las opiniones dadas por los habitantes, ya que son ellos los que manifiestan presentar problemas de salud debido a los olores ofensivos que genera la PTAR, adicionalmente de que el olor es constante durante las horas del día.

Para comprender las afectaciones que se generan a partir de un vertimiento o el funcionamiento de la PTAR, es importante conocer cuáles son las condiciones normales, para ello se construye una línea base ambiental de la PTAR Berlín, donde se identifica el estado actual o la caracterización ambiental del medio abiótico, biótico y social; donde se evidencia diferentes dificultades en el funcionamiento de la PTAR y el estado actual del entorno ambiental, principalmente sobre el recurso aire y agua, debido a que el último, la contaminación del caño

Motobomba es media, antes de recibir el vertimiento directo proveniente de la PTAR Berlín, sin embargo en esta zona que corresponde a los puntos A y B, la contaminación no es elevada, pero puede repercutir negativamente, sino se toman medidas adecuadas, que eviten el aumento de la contaminación por materia orgánica y principalmente por la presencia de coliformes.

Adicionalmente, se hace una recolección de información primaria y secundaria para conocer las principales características de las zona de influencia que corresponde a geomorfología, paisaje, agua, aire, climatología, social y económico, biótico el cual presenta una amplia variación en especie de flora y fauna, proporcionando así una gran biodiversidad en la zona de influencia, pero esta se puede ver afectada por el aumento de las cargas contaminantes de la fuente hídrica, que no genera un ambiente o espacio propicio para la reproducción de las diferentes especies, por otra parte los suelos que se presentan en el municipio de Inírida son aluviales por la formación de caños, denudación por estar cerca de humedales y el uso recomendado del suelo es para la protección ambiental, sin embargo donde se encuentra la PTAR el uso actual es residencial, por lo que se presenta un conflicto de uso de suelo, siendo así, se presenta un impacto al suelo por su uso actual y su verdadera vocación, provocando así alteraciones a las condiciones físicas, químicas y estructuras del suelo que afectan a las comunidades y por otra parte, la presencia de grupos étnicos, son una riqueza cultural para la zona, sin embargo, el alto grado de contaminación afecta las condiciones y la calidad de esta población, que no cuentan con las orientaciones indicadas para mantener un estado de salubridad, ante las afectaciones que se producen en el medio en el que viven, ya que se usan el recurso hídrico, como fuente de sostenimiento económico y recreativo.

Conociendo las principales características ambientales, sociales y económicas del área de influencia de la PTAR Berlín, se hace una identificación de los impactos generados por el

funcionamiento de la planta de tratamiento y el vertimiento directo que esta genera sobre el caño Motobomba, se obtiene un total de 16 impactos entre positivos y negativos, clasificados en el medio abiótico, biótico y social; al realizar la respectiva calificación de estos se observa que el mayor de los impactos recae sobre el componente social, es decir, sobre las comunidades; causa de la generación de olores ofensivos, que afectan la calidad del aire, seguidamente la variación o la alteración en el uso de suelo es otro de los impactos que genera la PTAR, ya que su principal uso corresponde al de protección ambiental, el cual consiste o forma parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse; sin embargo la PTAR aunque se ubica dentro de esta zona, para la actividad de servicios públicos, cuenta con una población aledaña, formando parte de un suelo urbano o residencial, lo cual no es adecuada para las comunidades que viven cerca a este lugar, por los impactos ambientales que se generan y que repercuten en la salud de la población, principalmente los menores de edad, quienes son más susceptibles a recibir enfermedades respiratorias o gastrointestinales. Dentro de los impactos generados por el vertimiento del agua residual final de la PTAR Berlín, se encuentra la pérdida de biodiversidad, debido a que los altos grados de contaminación, produce que la flora presente no cuente con las condiciones adecuadas para su producción, además que no se cuente con los nutrientes y minerales suficientes, para realizar el proceso de fotosíntesis, alterando así los procesos vitales de las plantas. Las especies de fauna o animales, según GreenPeace (2019), la contaminación del aire causa complicaciones respiratorias en perros y gatos, sufriendo afectaciones en pulmones y mucosas que pueden resultar en pérdida del olfato, un sentido fundamental, ya que es a partir del sentido olfatorio que se comunican entre ellos, reconociendo

jerarquías y estados de salud. Adicionalmente, de acuerdo con National Geographic (2018), la contaminación de fuentes hídricas produce la extensión de diferentes especies acuáticas como peces, anfibios, reptiles, plantas, insectos y mamíferos que habitan en los ríos, principalmente en el caño Motobomba.

Finalmente, con la objetivo de prevenir, mitigar, compensar y/o corregir los impactos ambientales, sociales y económicos que se generan a raíz del vertimiento producto del tratamiento del agua residual, proveniente de la parte central y los libertadores según el plan maestro de acueducto y alcantarillado, actualmente llega a esta planta las ARD de los barrios Comuneros, Berlín, Libertadores, Centro y Mavicure en un 90%; así que se establecen una serie de ficha de manejo para la planta de tratamiento de aguas residual sector Berlín, que se constituye por 5 programas de manejo ambiental de acuerdo al componente ambiental afectado, así: programa de calidad de aire, conformado por un plan de manejo de material particulado y olores ofensivos; el programa de calidad del agua, constituido principalmente, por el plan de manejo de contaminación hídrica y manejo de residuos líquidos y vertimiento; el programa de calidad de suelo, que contiene el plan de manejo de alteración del recurso suelo y manejo de las afectaciones por residuos sólidos ordinarios y peligrosos; el programa de cobertura vegetal y fauna silvestre, conformado por el plan de manejo de alteración al recurso fáunico y florístico y por último, el programa de participación comunitaria y económica, con el plan de manejo de las afectaciones socioeconómicas. Todas las estrategias permiten contrarrestar los impactos negativos generados por la PTAR y así permitir el desarrollo sostenible en la región, mejorando la calidad de vida no solo de sus habitantes, sino también de las especies de flora y fauna presentes, que posibilita la construcción de un habita y un nicho ecológico nativo de la zona.

## Capítulo 7. Recomendaciones

Al realizar las observaciones sobre el componente del recurso hídrico, la PTAR sector Berlín ubicada en Inírida, Guainía; no está cumpliendo con su respectivo funcionamiento con la finalidad de mejorar la contaminación del caño Motobomba, por lo cual se hace un llamado a la autoridad ambiental correspondiente a realizar una auditoría externa a la planta de tratamiento de aguas residuales para verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental, con la finalidad de mejorar el recurso hídrico que corresponde a la fuente receptora, además permite mejorar la calidad de vida de los habitantes del área de influencia.

Para la empresa de servicios públicos o ente encargado de funcionamiento se le recomienda realizar una revisión periódica de la calidad del agua que entra a la planta de tratamiento versus como sale de la planta de tratamiento e identificar las falencias que presentan los diferentes sistemas que conforman el tratamiento.

Además, ayudar a mitigar los malos olores que se han generado a causa del tratamiento de agua, ya que según algunas observaciones se observa que el agua se encuentra estancada y otros con diferentes coloraciones, lo cual puede producir malos olores, así que para evitar esto utilizar e implementar los planes de manejo ambiental propuestos en estas fichas para el control de olores ofensivos que es una de las mayores afectaciones generados por la PTAR en funcionamiento a la comunidad.

La administración municipal debe poner su mira, sobre el riesgo sanitario que se puede estar generando sobre la salud de las familias que se encuentran aledaña al sistema de tratamiento, ya que se pueden estar generando enfermedades intestinales, repercutiendo principalmente sobre la población infantil, por lo tanto desde la secretaría de salud municipal se

deben establecer no solo estrategias sino medidas severas, que obligue al regulador de la PTAR a crear acciones que compense las afectaciones sobre la calidad de vida de la población afectada directamente.

## Referencias

- Banco Mundial. (19 de 03 de 2020). *El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank#:~:text=%E2%80%9CUna%20vez%20tratadas%2C%20las%20aguas,pueden%20generar%20energ%C3%ADa%20y%20>
- Aguilar Ibarra, A. (23 de 07 de 2010). *Calidad del agua: un enfoque multidisciplinario*. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Mexico/iiec-unam/20110804014021/Calidagua.pdf>
- BOE. (11 de 12 de 2013). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Historia de la evaluación de los impactos ambientales: <https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/11/pdfs/BOE-A-2013-12913.pdf>
- CAR. (16 de 06 de 2022). *Permiso de Vertimientos*. Obtenido de Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR: <https://www.car.gov.co/vercontenido/1168#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20vertimiento%3F,contendidos%20en%20un%20medio%20l%C3%ADquido.>
- CAR. (15 de 06 de 2022). *PTAR El Salitre*. Obtenido de [https://www.car.gov.co/rio\\_bogota/vercontenido/9#:~:text=Una%20Planta%20de%20Tratamiento%20de,por%20una%20comunidad%20o%20industrial.](https://www.car.gov.co/rio_bogota/vercontenido/9#:~:text=Una%20Planta%20de%20Tratamiento%20de,por%20una%20comunidad%20o%20industrial.)
- CDA. (2005). *APOYO Y ASISTENCIA TÉCNICA AL ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL TERRITORIO, COMO A LA FORMULACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS PLANES DE*

*ORDENAMIENTO AMBIENTAL*. Inírida: Corporación para el desarrollo sostenible del Norte y Oriente Amazónico.

Conceptos. (08 de 2019). *Concepto de contaminación*. Obtenido de <https://deconceptos.com/ciencias-naturales/contaminacion>

Consortio Aguas del oriente. (2013). Formulación y elaboración del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado y Actualización del PSMV del Casco Urbano del Municipio de Inírida - Departamento del Guania. *Planemiento, análisis y selección de alternativas para el sistema de alcantarillado* . Inírida, Departamento del Guania, Colombia.

Consortio Aguas del Oriente. (2013). *FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DEL PLAN MAESTROS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO Y ACTUALIZACIÓN DEL PSMV DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE INÍRIDA - DEPARTAMENTO DEL GUAINIA*. Inirida.

Davila, A. (4 de Octubre de 2019). *GreenPeace*. Obtenido de ¿Cómo afecta la contaminación del aire a tu mascota?: <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/3369/como-afecta-la-contaminacion-del-aire-a-tu-mascota/>

Garay, C. C. (6 de Noviembre de 2018). *National Geographic*. Obtenido de Las especies de agua dulce disminuyen un 83% desde 1970 : <https://www.nationalgeographic.es/animales/2018/11/las-especies-de-agua-dulce-disminuyen-un-83-desde-1970-la-mayor-extincion-de-vertebrados-a-nivel-mundial>

GNR. (2021). *Línea de Base Ambiental*. Obtenido de <https://www.grn.cl/linea-de-base-ambiental.html>

Lenntech. (22 de 01 de 2020). *¿Qué es la contaminación del agua?* Obtenido de

<https://www.lenntech.es/faq-contaminacion-agua.htm>

Medlineplus. (21 de 12 de 2018). *Contaminación del aire*. Obtenido de

<https://medlineplus.gov/spanish/airpollution.html>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de 05 de 2015). *DECRETO 1076 2015*.

Obtenido de

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=78153](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=78153)

Morillo, Á. (22 de 03 de 2017). *Aguas negras, el rastro de nuestra historia*. Obtenido de

[https://www.wearewater.org/es/aguas-negras-el-rastro-de-nuestra-historia\\_281141](https://www.wearewater.org/es/aguas-negras-el-rastro-de-nuestra-historia_281141)

Red de Desarrollo Sostenible Colombia. (25 de 04 de 2018). *GESTION AMBIENTAL*. Obtenido

de <https://rds.org.co> › apc-aa-files › gestion\_ambiental

UNICEF. (25 de 09 de 2020). *Sinopsis: Métodos de Recolección y Análisis de Datos en la*

*Evaluación de Impacto*. Obtenido de [https://www.unicef-](https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/brief_10_data_collection_analysis_spa.pdf)

[irc.org/publications/pdf/brief\\_10\\_data\\_collection\\_analysis\\_spa.pdf](https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/brief_10_data_collection_analysis_spa.pdf)

Universidad Nacional de Colombia. (10 de 04 de 2020). *Metodología para la evaluación de*

*impactos ambientales*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:

<http://oga.bogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2016/08/Metodologia-para-la-evaluaci%C3%B3n-de-impactos-ambientales.pdf>

Zita, A. (18 de 04 de 2019). *Impacto ambiental*. Obtenido de

<https://www.todamateria.com/impacto-ambiental/>

## Apéndice

**Figura 19**

*Toma de muestras*



**Figura 20**

*Toma de muestra*



**Figura 21***Encuestado***Figura 22***Entrevista*

**Figura 23***Entrevista***Figura 24***Visita a la PTAR***Figura 25***Identificación de especies florísticas*

**Figura 26**

*Entrada PTAR Berlín*

