	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTÍAS	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	1(86)		

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTÍAS

AUTORES	<b>EDER DAVID DÍAZ LÓPEZ</b>		
FACULTAD	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
PLAN DE ESTUDIOS	<b>PLAN DE ESTUDIOS DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>		
DIRECTOR	<b>ANDREA MARCELA DUARTE SUAREZ</b>		
TÍTULO DE LA PASANTÍA	<b>EVALUACIÓN DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL CAÑO SAN IGNACIO COMO FUENTE RECEPTORA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL MUNICIPIO DE CURUMANI, CESAR.</b>		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras aproximadamente)			
<p><b>LA ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA PERMITE AVANZAR EN EL SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE LOS VERTIMIENTOS ASÍ; COMO IMPLEMENTAR ACCIONES PARA LA REDUCCIÓN DE LOS MISMOS Y CONTINUAR CON EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS STAR A CARGO DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE CURUMANI. POR LO CUAL SE CONCLUYE QUE ESTE TRABAJO ES UNA HERRAMIENTA BÁSICA DE MEJORA CONTINUA QUE BUSCA EL BUEN MANEJO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES, EN CUANTO A REDUCCIÓN DE LA CANTIDAD DE VERTIMIENTOS Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS VERTIDOS; POR LO TANTO SE DEBE LLEVAR A CABO LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTE PROYECTO.</b></p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 87	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 22	CD-ROM: 1



**EVALUACIÓN DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL CAÑO SAN IGNACIO COMO FUENTE RECEPTORA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL MUNICIPIO DE CURUMANI, CESAR.**

**EDER DAVID DIAZ LOPEZ**

**Trabajo de grado modalidad pasantía, para optar el título de Ingeniero Ambiental**

**Directora.  
ANDREA MARCELA DUARTE SUAREZ  
MGS.**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PLAN DE ESTUDIOS DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE**

**Ocaña, Colombia**

**Junio 2017**

## Índice

RESUMEN .....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPITULO 1. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL CAÑO SAN IGNACIO COMO FUENTE RECEPTORA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE CURUMANI, CESAR .....	13
1.1. DESCRIPCIÓN BREVE DE LA EMPRESA .....	13
1.1.1. Misión .....	14
1.1.2. Visión .....	14
1.1.3. Objetivos de la empresa. ....	14
1.1.4. Descripción de la estructura organizacional .....	15
1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto que fue asignado.....	17
1.2. DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA. ....	18
1.2.1. Planteamiento del problema. ....	20
1.3. OBJETIVOS DE LAS PASANTÍAS. ....	22
1.3.1. Generales.....	22
1.3.2. Específicos .....	22
1.4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA MISMA. ....	22
CAPITULO 2. ENFOQUES REFERENCIALES .....	24
2.1. ENFOQUE CONCEPTUAL.....	24
2.1.1. Agua residual .....	24
2.1.1.1. Aguas Residuales Municipales .....	24
2.1.1.2. Aguas Residuales Industriales.....	24
2.1.2. Aguas abajo.....	25
2.1.3. Aguas arriba. ....	25
2.1.4. Agua Residual Tratada. ....	25
2.1.5. Cadena de custodia.....	25
2.1.6. Demanda biológica de oxígeno (DBO).....	25
2.1.7. Demanda química de oxígeno (DQO).....	26
2.1.8. Sólidos suspendidos totales (SST). ....	26
2.1.9. Efluente. ....	26
2.1.10. Punto de descarga.....	26
2.1.11. STAR. Sistema de tratamiento de agua residual. ....	26
2.1.12. Tasa Retributiva Por Vertimientos Puntuales. ....	26
2.1.13. Vertimiento. ....	27
2.1.14. Vertimiento puntual. ....	27
2.1.15. Muestra compuesta. ....	27
2.1.16. Muestra puntual.....	27

2.1.17.	Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.....	27
2.2.	ENFOQUE LEGAL.....	28
2.2.1.	Constitución Política de Colombia de 1991.....	28
2.2.2.	Decreto ley 2811 del 1974.....	28
2.2.3.	Ley 23 de 1973.....	28
2.2.4.	Ley 99 de 1993.....	29
2.2.5.	Decreto 3930 de 2010.....	29
2.2.6.	Resolución 631 de 2015.....	29
2.2.7.	Decreto 3100 de 2003.....	29
2.2.8.	Resolución 1433 de 2004.....	29
2.2.9.	Decreto 1594 de 1984.....	29
CAPITULO 3. PRESENTACION DE RESULTADOS.....		30
3.1.	IDENTIFICAR LOS VERTIMIENTOS PUNTUALES SOBRE EL CAÑO SAN IGNACIO EN EL MUNICIPIO DE CURUMANI, CESAR.....	30
3.1.1.	Recopilación de información referente a la cobertura de alcantarillado.....	30
3.1.2.	Visita de inspección a los STAR.....	31
3.1.3.	Diagnóstico del sistema de alcantarillado.....	44
3.2.	REALIZAR UN DIAGNÓSTICO DEL CAÑO SAN IGNACIO COMO FUENTE RECEPTORA DE VERTIMIENTOS PUNTUALES.....	50
3.2.1.	Información de la situación actual y anterior, referente al caño San Ignacio (descripción general del área de estudio).....	50
3.2.2.	Caracterización de las aguas del caño San Ignacio 100 metros arriba, 100 metros abajo y en el punto de vertimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.....	56
3.2.3.	Toma y recolección de las muestras.....	59
3.2.4.	Análisis e interpretación de los resultados.....	62
3.3.	PROPONER ALTERNATIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE LAS CARGAS CONTAMINANTES DE LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES SOBRE EL CAÑO SAN IGNACIO EN EL MUNICIPIO DE CURUMANI, CESAR.....	70
3.3.1.	Elaboración de propuesta de alternativas para la reducción de las cargas contaminantes de los vertimientos.....	70
3.3.2.	Organización de reunión con el departamento operativo con la finalidad de presentar la propuesta de alternativas para la reducción de las cargas contaminantes de los vertimientos.....	72
CAPITULO 4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....		74
DIAGNOSTICO FINAL.....		77
CONCLUSIONES.....		78
RECOMENDACIONES.....		80
REFERENCIA.....		81
APENDICE.....		83

## Lista de Tablas

TABLA 1. MATRIZ DOFA.....	18
TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES .....	22
TABLA 4. DESCRIPCIÓN SISTEMA DE LAGUNAS FACULTATIVAS.....	37
TABLA 5. PROYECCIÓN DE USUARIOS Y COBERTURA DE ALCANTARILLADO – FINANCIAMIENTO DEL SGP .....	47
TABLA 6. SISTEMA ALCANTARILLADO .....	48
TABLA 7. RELACIÓN DE COSTOS POR TUBERÍAS ACTUALES .....	49
TABLA 8. RELACIÓN DE COSTOS POR TUBERÍAS A LARGO PLAZO.....	49
TABLA 9. PRINCIPALES CORRIENTES SUPERFICIALES .....	52
TABLA 10. CAÑO SAN IGNACIO CURUMANI CESAR. IMAGEN SATELITAL.....	55
TABLA 11. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO STAR CURUMANI CESAR. ....	56
TABLA 12. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECIPIENTES PARA ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y PRESERVACIÓN APLICADA. ....	60
TABLA 13. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECIPIENTES PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PRESERVACIÓN APLICADA. ....	61
TABLA 14. UBICACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO. ....	62
TABLA 15. RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS STAR ACUACUR DEL 1ºER SEMESTRE DE 2016 EN COMPARACIÓN CON EL DECRETO 1594 DE 1984 ARTICULO 72.....	63
TABLA 16. RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS STAR ACUACUR DEL 2ºDO SEMESTRE DE 2016 EN COMPARACIÓN CON EL DECRETO 1594 DE 1984 ARTICULO 72.....	64
TABLA 17. RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS STAR ACUACUR DEL 1ºER SEMESTRE DE 2017 EN COMPARACIÓN CON LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015.....	65

## Lista de Figuras

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LOS STAR CON REFERENCIA AL MUNICIPIO.....	31
FIGURA 2. REJILLA QUE CONFORMA EL TRATAMIENTO PRELIMINAR. ....	32
FIGURA 3. ESTRUCTURA DE ENTRADA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	34
FIGURA 4. DIQUES DEL STAR.....	35
FIGURA 5. MANJOLES DEL STAR. ....	36
FIGURA 6. DESCRIPCIÓN SISTEMA DE LAGUNAS FACULTATIVAS.....	37
FIGURA 7. LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN N°1 DEL MUNICIPIO DE CURUMANI.....	38
FIGURA 8. LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN N° 2 .....	39
FIGURA 9. POZOS DE INSPECCIÓN DESPUÉS DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO. ....	40
FIGURA 10. LAGUNA SEDIMENTADA.....	43
FIGURA 11. MANTENIMIENTO DE LOS STAR.....	43
FIGURA 12. CANALIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS DEL MUNICIPIO DE CURUMANI (IMAGEN SATELITAL). ...	47
FIGURA 13. COLECTORES Y EMISARIOS FINALES. ....	50
FIGURA 14. CAÑO SAN IGNACIO ACTUALMENTE.....	55
FIGURA 15. POSICIÓN GEOGRÁFICA STAR CURUMANI CESAR. ....	57
FIGURA 16. CAÑO SAN IGNACIO 100 MTS AGUAS ARRIBA. ....	57
FIGURA 17. PUNTO DE VERTIMIENTO STAR.....	58
FIGURA 18. CAÑO SAN IGNACIO 100 MTS AGUAS ABAJO.....	58
FIGURA 19. TOMA Y RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS. ....	61
FIGURA 20 RESULTADOS DE LOS PORCENTAJES DE REMOCIÓN PARA DBO, SST Y GRASAS EN COMPARACIÓN CON EL DECRETO 1594/84. ....	66
FIGURA 21 . RESULTADOS PORCENTAJE DE REMOCIÓN PARA DBO, SST Y GRASAS EN COMPARACIÓN CON LA RESOLUCIÓN 0631 DEL 2015. ....	68
FIGURA 22 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA RESIDUAL EN COMPARACIÓN CON LA RESOLUCIÓN 0631 DEL 2015. ....	68

## Lista de Apéndice

APÉNDICE 1. FORMATO ORIGINAL. CERTIFICADO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO 2ºDO SEMESTRE DE 2016. LABORATORIO NANCY FLOREZ GARCIA. ....	83
APÉNDICE 2. FORMATO ORIGINAL CERTIFICADO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO 1ºER SEMESTRE DE 2017 LABORATORIO NANCY FLOREZ GARCIA. ....	85
APÉNDICE 3. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA SOCIALIZACIÓN CON LA COMUNIDAD 100 METROS ABAJO DEL PUNTO DE VERTIMIENTO. ....	87

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue la elaboración de una evaluación del índice de calidad del agua del caño San Ignacio como fuente receptora del sistema de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Curumani, Cesar. Para esto se realizó una identificación de los vertimientos puntuales del caño San Ignacio y un diagnóstico del efluente que permita el funcionamiento de los STAR en cuanto a remoción de carga contaminante y medición de los parámetros exigidos por la normatividad ambiental vigente.

Mediante la investigación se evaluaron parámetros como SST, materia orgánica, grasas, aceites, DBO y DQO realizados por el laboratorio ambiental y de alimentos Nancy Flórez García y se determinó el cumplimiento de los parámetros físico químico y microbiológico en sus valores máximos permisibles, que garanticen el derecho a un ambiente sano y un buen saneamiento de las aguas residuales.

La elaboración de la propuesta permite avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos así; como implementar acciones para la reducción de los mismos y continuar con el seguimiento y control de los STAR a cargo de la Empresa de Servicios Públicos de Curumani. Por lo cual se concluye que este trabajo es una herramienta básica de mejora continua que busca el buen manejo y tratamiento de las aguas residuales, en cuanto a reducción de la cantidad de vertimientos y control de la calidad de los vertidos; por lo tanto se debe llevar a cabo la implementación de este proyecto.



## INTRODUCCIÓN

El proyecto “Evaluación del índice de calidad del agua del caño San Ignacio como fuente receptora del sistema de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Curumani, Cesar.” tiene como objetivo servir de apoyo a la empresa Gestipro Ltda. A la empresa de servicios públicos del municipio, para la disminución de vertimientos y en el mejoramiento de los STAR. El crecimiento de los centros urbanos sumados al incremento de la población y el desarrollo industrial, han acentuado la contaminación de la mayoría de las fuentes de agua disponibles, especialmente superficiales, debido al manejo inadecuado de las aguas residuales de origen urbano e industrial.

Esta situación ha llevado a tomar conciencia de la importancia de tratar las aguas residuales. Por lo que es necesario desarrollar sistemas de tratamiento sostenibles acordes a las condiciones socioeconómicas y culturales del pueblo, buscando el mejoramiento de las condiciones de salud de las personas y de una verdadera interacción con el medio ambiente que permita su cuidado y conservación en el tiempo.

Un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, tiene como objetivo principal el de reducir o corregir algunas características indeseables, de tal manera que su uso y su disposición final cumpla las normas y criterios definidos por las autoridades sanitarias.

En el caso del tratamiento biológico se busca reducir la materia orgánica del agua residual a través de la metabolización por bacterias. Un mecanismo básico para dicha conversión, es el mecanismo anaeróbico, que se puede desarrollar cuando no existe oxígeno disuelto, dando como productos finales gases como el Metano y el Dióxido de Carbono.

## **CAPITULO 1. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL CAÑO SAN IGNACIO COMO FUENTE RECEPTORA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE CURUMANI, CESAR.**

### **1.1. Descripción breve de la empresa**

Las principales actividades desarrolladas por **GESTIPRO LTDA**, son las de prestar servicios que van encadenados con la formulación, gestión, ejecución y evaluación de planes, programas y proyectos de ingeniería e infraestructura institucional, económica y social; estudios, diseños, consultorías, interventorías y ejecución de proyectos arquitectónicos y urbanísticos, saneamiento básico e impacto ambiental; formulación, gestión evaluación e interventorías de planes, programas y proyectos asociativos, productivos y empresariales; consultorías y asesorías en asuntos atinentes a la gerencia publica y empresarial, así como la gestión administrativa financiera y contable; administración y recuperación de cartera a entidades públicas y privadas; diseños, consultorías, ejecución y evaluación e interventorías de proyectos geológicos-mineros, geotécnicos, eléctricos, obras civiles y topográficos, interventorías de planes, programas y proyectos de gobernabilidad, participación ciudadana y comunitaria, formulación, gestión, ejecución y evaluación de planes, programas y proyecto de desarrollo fronterizo; formulación y gestión de proyectos de cooperación internacional; suministro de bienes, útiles, materiales, equipos e implementos que satisfagan objetivos institucionales, sociales, exportación e importación de bienes comercializables.

### **1.1.1. Misión**

Somos una empresa dedicada a la generación de servicios de interventorías, asesorías, consultorías y/o Gestión, Diseño, Formulación y/o Ejecución de proyectos que apunten hacia un marco de desarrollo sostenible y/o programas relativos al progreso de las comunidades, dentro del marco de conciencia medio ambiental, proporcionando valor a nuestros clientes al permitirles adquirir tecnologías alternativas, como enfoque básico de su propio proceso de generación de valor.

Nuestros servicios abarcan una amplia variedad, tal que podamos proporcionar a cualquier profesional u organización lo que podría requerir para implantar y obtener provecho de sus proyectos.

### **1.1.2. Visión**

Ser líderes en proporcionar los Servicios de interventorías, asesorías, consultorías y/o Gestión, Diseño, Formulación y/o Ejecución de proyectos, con la más alta calidad. Nuestros Servicios son diseñados y desarrollados para satisfacer al cliente más exigente.

Asumimos el compromiso de proyectar la imagen de una empresa altamente competitiva y reconocida en los ámbitos local regional nacional e internacional, por su responsabilidad ética y social.

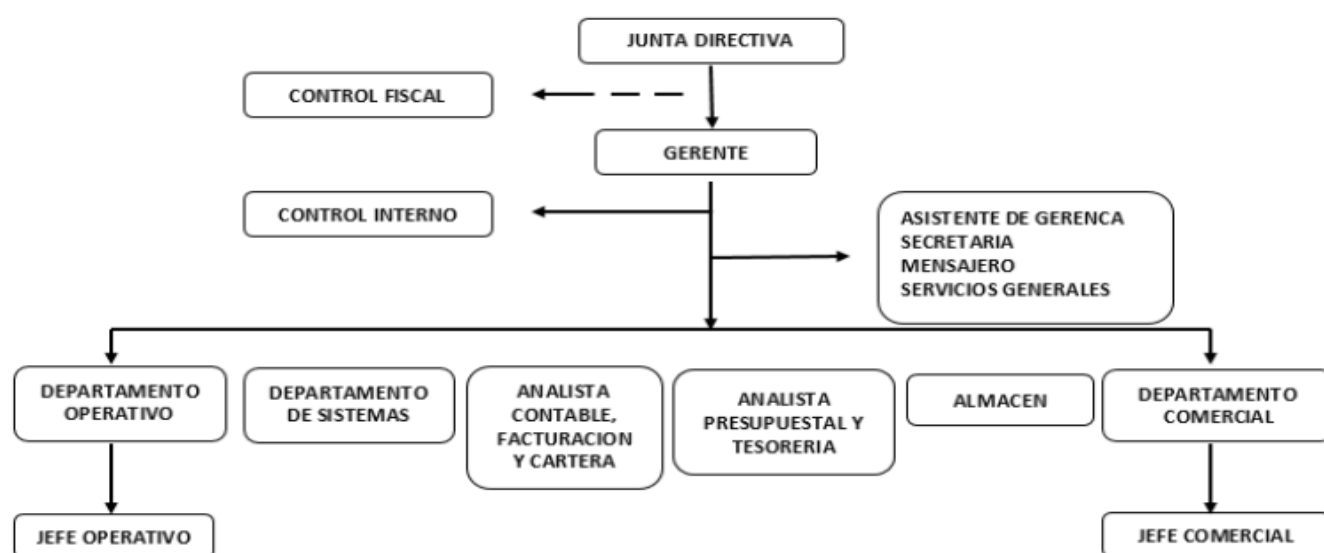
### **1.1.3. Objetivos de la empresa.**

**Gestipro Ltda.** Tiene como objetivos principales: diseñar e implementar paquetes de servicios integrales de asesoría, consultoría, interventoría y acompañamiento de proyectos. Además de ser principalmente una empresa asesora y consultora, **Gestipro Ltda.** Es una empresa de inspección, auditoría y una entidad de capacitación.

Asesorar y ofrecer servicios en la identificación, formulación, gestión, ejecución, evaluación, seguimiento proyectos productivos y de inversión social. Asesorar la consecución de recursos por cooperación internacional para apoyar proyectos dirigidos a las comunidades vulnerables, y proyectos de vivienda de interés social, vías primarias, secundarias y terciarias.

#### 1.1.4. Descripción de la estructura organizacional

**Figura 1.** Organigrama de la empresa GESTIPRO LTDA



**Fuente.** Control interno empresa Gestipro LTDA.

**Gerente o representante legal:** De la empresa Gestipro LTDA.

#### **Funciones:**

Representar jurídicamente la empresa.

- ❖ Expedir y ejecutar los actos de su competencia, requiriendo de su autorización previa o a la aprobación posterior de la junta directiva.

- ❖ Ordenar y dirigir la realización de licitaciones o concursos, escoger contratistas y celebrar contratos a nombre del establecimiento, y manejar la actividad contra actual de conformidad con las disposiciones legales.
- ❖ Elaborar y someter anualmente a la aprobación de la junta directiva el presupuesto anual de operaciones e inversiones.
- ❖ Constituir previa autorización de la junta directiva, cuando ella fuere necesario, mandatarios o apoderados que representen al establecimiento en cualquier género de negocios y en lo que al gerente corresponde dicha representación. Entendiéndose que para dar la representación en juicios no necesita previa autorización.
- ❖ Tomar las medidas convincentes a la conservación de los bienes sociales, vigilar la actividad de los empleados de la empresa e impartirles las órdenes e instrucciones que sean necesarias.

## **DEPARTAMENTO OPERATIVO**

**Jefe operativo:** De la empresa Gestipro LTDA.

### **Funciones:**

- ❖ Ejecutar políticas, planes, programas y normas establecidas por la entidad de materia operativa.
- ❖ Planear, coordinar, dirigir y evaluar programas y planes de trabajo del personal a su cargo, así como los programas de capacitación que se requiera.
- ❖ Velar por la conservación y mantenimiento de máquinas, instalaciones y además elementos que forman parte de la dotación de la dependencia a su cargo.
- ❖ Diseñar, revisar, analizar y actualizar sistemas y métodos de trabajo para optimizar y agilizar procedimientos establecidos.
- ❖ Preparar mensualmente un informe relacionado con las actividades del área operativa y comercial para entregárselo al señor gerente.

- ❖ Ejercer vigilancia y control en el manejo de los accesorios, productos químicos y otros elementos. Las demás funciones que le asigne su superior inmediato acorde con la naturaleza del cargo.

#### **1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto que fue asignado.**

La Empresa GESTIPRO SOCIEDAD LTDA. de Valledupar, Cesar, dentro de su estructura organizacional no cuenta con un Departamento de Gestión Ambiental, sin embargo se encuentran delegadas de las funciones bajo el cargo del Ingeniero de Minas Gonzalo Cervantes Padilla como parte también del proceso de control ambiental de la empresa GESTIPRO LTDA. El área de control ambiental es de vital importancia para la empresa, encargándose de las funciones en materia ambiental, solucionando los impases que se puedan presentar siendo líder en la innovación de proyectos que aportan a la mitigación de los impactos negativos causados por las labores antrópicas y tomando acciones para que estos no se presenten nuevamente permitiendo así un mejor desarrollo de los procesos y buscando la satisfacción del usuario.

Dentro de las funciones principales que ejerce el ingeniero se especifican de la siguiente manera: Es el encargado de velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, Supervisa las actividades de operación y mantenimiento de la empresa, Promueve el mejoramiento de la gestión y desempeño ambiental al interior de la misma, Brinda asesoría técnica-ambiental, mantiene actualizada la información ambiental de la empresa y genera informes periódicos, también está encargado de formular y ejecutar proyectos ambientales para el departamento del Cesar y sus municipios especialmente el municipio de Curumani.

## 1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.

Con el fin de evidenciar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la empresa Gestipro Ltda. Se realizó la MATRIZ DOFA, que establecerá una serie de conclusiones a las cuales se les tratará de dar respuesta con distintas estrategias.

**Tabla 1. Matriz DOFA**

<b>MATRIZ DOFA</b>		
<b>AMBIENTE</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
Ambiente interno	<p>F1- El tratamiento de gran parte de las aguas residuales domesticas del municipio de Curumani Cesar.</p> <p>F2- Las diferentes áreas de trabajo cuentan con un buen personal idóneo y capacitado.</p> <p>F3- Cabal cumplimiento de las normas ambientales.</p> <p>F4- Estudio de la calidad del agua.</p>	<p>D1- El tratamiento de las aguas residuales del municipio, de una u otra manera altera ya que tributan al cuerpo hídrico del caño San Ignacio.</p> <p>D2- Poca cultura y educación ambiental por parte de los ciudadanos y población cercana.</p> <p>D3- Deficiente concientización ambiental por parte de las poblaciones.</p> <p>D4- Baja cobertura del Plan Maestro de Alcantarillado en el municipio de Curumani, Cesar.</p> <p>D5- Acumulación de residuos sólidos y líquidos en el cuerpo hídrico.</p>
Ambiente externo		
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>FO</b>	<b>DO</b>

<p>O1- Como medio o fuente generadora de empleo.</p> <p>O2- Fuente receptora e incentiva de investigación para la región.</p> <p>O3- Planes de mejora y recuperación del cuerpo hídrico.</p>	<p>F2+O2- Incentivar programas relacionados con los mecanismos, seguimiento y monitoreo sobre los índices de calidad del agua.</p> <p>F3+O2+O3- Estudios concerniente al cuerpo hídrico teniendo en cuenta las normas ambientales vigentes.</p> <p>F1+O4- Nuevas tecnologías y programas que permitan un mejor tratamiento de las aguas residuales y un menor daño de los cuerpos tributarios.</p>	<p>D1+O2- Permitir mejores tratamientos y generar más estudios que contribuyan a un equilibrio dinámico ecosistemico de los cuerpos hídricos.</p> <p>D2+O1- Buscar la accesorias de personas capacitadas en conocimientos ambientales.</p> <p>D3+O1- Buscar personas aptas que coadyuven en la implementación de mecanismos de concientización ambiental de la población.</p> <p>D4+D5+O1- Contratación de personal que colaboren en la limpieza y mantenimiento de los márgenes hídricos del caño San Ignacio y buscando recursos que optimice el PMA.</p>
AMENAZAS	FA	DA



A1- Desequilibrio y cambio de los parámetros de calidad.	F1+A1+A2+A3- Mejorar las acciones de tratamientos de las aguas residuales con el fin de que en el tramo donde vertidas estas aguas, tengan un mejor equilibrio de los parámetros, vectores y olores.	D1+A1- Implementar Programas de Optimización de Sistemas de Tratamiento de Agua Potable y Aguas Residuales del municipio de Curumani, Cesar.
A2- Proliferación de vectores.	F1+F2+A5+A7+A8- Implementar acciones y planes que conlleven a mejorar las condiciones biológicas, físicas, químicas y ecosistemicas en ciertos tramos de cuerpos de aguas del caño San Ignacio del municipio de Curumani, Cesar.	D2+A4+A5- Permitir las charlas comunitarias que permitan enriquecer los conocimientos ambientales para así mitigar la contaminación y tener mayor comodidad ambiental.
A3- Generación de olores ofensivos.	A4- Incomodidad de la población.	D5+A2+A3- Permitir la realización de campañas de limpieza con el fin de reducir los residuos presentes en el cuerpo y eliminar la proliferación de vectores y olores.
A4- Incomodidad de la población.	A5- Contaminación de cuerpos de aguas.	
A5- Contaminación de cuerpos de aguas.	A6- Generación y proliferación de enfermedades.	
A6- Generación y proliferación de enfermedades.	A7- Perdida de la flora y fauna acuática.	
A7- Perdida de la flora y fauna acuática.	A8- Desequilibrio de la dinámica ecosistemicas.	
A8- Desequilibrio de la dinámica ecosistemicas.		

**Fuente:** Pasante

### 1.2.1. Planteamiento del problema.

El municipio de Curumani Cesar y su región tiene gran variedad de fuentes hídricas, como en las que se distinguen el rio San Pedro, la cuenca de la quebrada Animito y la presencia de diferentes arroyos tanto en la zona alta como dentro del casco urbano entre ellos las Catangas, los Terneros, Quiebra dientes, la Cubana Y San Ignacio.

Para nuestro caso, el cuerpo hídrico “San Ignacio” es un cuerpo de agua de aproximadamente de 2 Km de longitud, que atraviesa la ciudad de Curumani Cesar en forma diagonal, naciendo al oriente del casco urbano para desembocar al occidente del rio San Pedro convirtiéndose, en fuente y recurso para uso agropecuario-agrícola y de consumo para los habitantes aledaños de esta zona.

En la actualidad este cuerpo hídrico, sufre gran rasgo de afectaciones (contaminación) e impactos en la calidad del agua, lo que conlleva a la reducción considerable de su caudal, la generación de vertimientos y su poca cobertura del PMA, la pérdida del ecosistema acuático, entre otras; de esta manera ocasiona al cuerpo hídrico alteraciones y modificaciones notables en sus procesos biológicos, físicos, químicos y dinámicos.

Como consecuencia, la alta sobre población que ha tenido el municipio de Curumani, por la emigración de ciudadanos de otros departamentos ya sea por trabajo o por el desplazamiento forzado, esto ha hecho que las descargas al caño san Ignacio que es la fuente hídrica receptora final, después de que los desechos salen de las lagunas de estabilización vallan en aumento, Las distintas alternativas existentes para solucionar la problemática de la calidad del recurso hídrico deben evaluarse y compararse desde los puntos de vista de sus beneficios y costos, teniendo en cuenta aspectos ambientales, técnicos, institucionales, económicos, financieros y de viabilidad socioeconómica general, seleccionando los programas, proyectos y desarrollos por etapas más convenientes. La selección debe responder al criterio de costo-efectividad, es decir que el programa o proyecto seleccionado debe garantizar el mayor beneficio ambiental al menor costo para la Autoridad Ambiental y la comunidad.

De otro punto de vista, una de las falencias que se presenta en el Caño San Ignacio es que el ecosistema en general se ha venido convirtiendo en un medio vulnerable para estas aguas residuales, las cuales poseen una alta carga de materia orgánica e inorgánica, deteriorando poco a poco el cauce y volviéndose perjudicial para la salud de la población y el medio ambiente.

### 1.3. Objetivos de las pasantías.

#### 1.3.1. Generales

Evaluar el índice de calidad del agua del Caño San Ignacio como fuente receptora del sistema de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Curumani, Cesar.

#### 1.3.2. Específicos

- Identificar los vertimientos puntuales sobre el caño San Ignacio en el municipio de Curumani, Cesar.
- Realizar un diagnóstico del caño San Ignacio como fuente receptora de vertimientos puntuales en el municipio de Curumani, Cesar.
- Proponer alternativas y estrategias de control para la reducción de las cargas contaminantes de los vertimientos de aguas residuales sobre el caño San Ignacio en el municipio de Curumani, Cesar.

### 1.4. Descripción de las actividades a desarrollar en la misma.

**Tabla 2. Descripción de Actividades**

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los Objetivos
Evaluar el índice de calidad del agua del caño San Ignacio como fuente receptora del sistema de tratamiento de aguas residuales en el municipio de	1. Identificar los vertimientos puntuales sobre el caño San Ignacio en el municipio de Curumani, Cesar.	Fase 1 - Recopilación de información referente a la cobertura de alcantarillado. - Visita de inspección en los STAR. - diagnóstico del sistema de alcantarillado.

Curumani, Cesar.		
	<p>2. Realizar un diagnóstico del caño San Ignacio como fuente receptora de vertimientos puntuales en el municipio de Curumani, Cesar.</p>	<p>Fase 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Información de la situación actual y anterior, referente al caño San Ignacio (descripción general del área de estudio).</li> <li>- Acompañamiento en la caracterización de las aguas del caño San Ignacio 100 metros arriba, 100 metros abajo y en el punto de vertimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>- Selección y georreferenciación de los puntos de muestra.</li> <li>- Toma y recolección de muestras.</li> <li>- Análisis e interpretación de los resultados.</li> </ul>
	<p>3. Proponer alternativas y estrategias de control para la reducción de las cargas contaminantes de los vertimientos de aguas residuales sobre el caño San Ignacio en el municipio de Curumani, Cesar.</p>	<p>Fase 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimización y prevención como estrategia para el control de las cargas contaminantes de los vertimientos en el caño San Ignacio.</li> <li>- Organización de reunión con el departamento operativo con la finalidad de presentar la minimización y prevención de alternativas y estrategias para el control de las cargas contaminantes de los vertimientos.</li> </ul>

Fuente: pasante

## **CAPITULO 2. ENFOQUES REFERENCIALES**

### **2.1.ENFOQUE CONCEPTUAL.**

#### **2.1.1. Agua residual**

Se consideran Aguas Residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios). Comúnmente las aguas residuales suelen clasificarse como:

##### **2.1.1.1. Aguas Residuales Municipales**

Residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal

##### **2.1.1.2. Aguas Residuales Industriales**

Las Aguas Residuales provenientes de las descargas de Industrias de Manufactura. Otra forma de denominar a las Aguas Residuales es en base al contenido de contaminantes que esta porta, así se conocen como:

Aguas negras a las Aguas Residuales provenientes de inodoros, es decir, aquellas que transportan excrementos humanos y orina, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales.

Aguas grises a las Aguas Residuales provenientes de tinajas, duchas, lavamanos y lavadoras, que aportan sólidos suspendidos, fosfatos, grasas y coliformes fecales, esto es, aguas residuales domésticas, excluyendo las de los inodoros Aguas negras industriales a la mezcla de las aguas negras de una industria en combinación con las aguas residuales de sus descargas. Los contaminantes provenientes de la descarga están en función del proceso industrial, y tienen la mayoría de ellos efectos nocivos a la salud si no existe un control de la descarga. (cuidoelagua.org, 2009)

### **2.1.2. Aguas abajo.**

Partiendo del sitio donde se está efectuando el análisis, aguas abajo se refiere a la operación que se encontrará posterior al punto en mención.

### **2.1.3. Aguas arriba.**

Partiendo del sitio donde se está efectuando el análisis, aguas arriba se refiere a la operación que se encontrará antes al punto en mención.

### **2.1.4. Agua Residual Tratada.**

Agua que ha pasado por un tratamiento físico, químico o biológico para disminuir la carga contaminante presente en ella (Lozano, Dagoberto 2014).

### **2.1.5. Cadena de custodia.**

Es el proceso de control y vigilancia del muestro, incluyendo los métodos de toma de la muestra, preservación, codificación, transporte y su correspondiente análisis. Esta es esencial para asegurar la representatividad e integridad de la muestra desde su toma hasta el reporte de sus resultados. Con la cadena de custodia se asegura la confiabilidad de la muestra y permitir la trazabilidad de la misma. (Osorio, Pedro 2015).

### **2.1.6. Demanda biológica de oxígeno (DBO).**

Se define como D.B.O. de un líquido a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aerobias o anaerobias facultativas: Pseudomonas, Escherichia, Aerobacter, Bacillus), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg / l. Es un parámetro indispensable cuando

se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes (Castro Sergio Agustín, 1997).

#### **2.1.7. Demanda química de oxígeno (DQO).**

Determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo.

#### **2.1.8. Sólidos suspendidos totales (SST).**

Los sólidos suspendidos totales o el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103-105°C hasta peso constante. (Muñoz Isabel, 1997).

#### **2.1.9. Efluente.**

Término empleado para nombrar a las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos por viviendas y/o industrias, generalmente a los cursos de agua; o que se incorporan a estas por el escurrimiento de terrenos causado por las lluvias.

#### **2.1.10. Punto de descarga.**

Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento, en el cual se deben llevar a cabo los muestreos y se encuentra ubicado antes de su incorporación a un cuerpo de agua.

#### **2.1.11. STAR.** Sistema de tratamiento de agua residual.

#### **2.1.12. Tasa Retributiva Por Vertimientos Puntuales.**

Es aquella que cobrará la Autoridad Ambiental Competente a las personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, por la utilización directa del recurso como receptor de

vertimientos puntuales y sus consecuencias nocivas, originados en actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, actividades económicas o de servicios, sean o no lucrativas.

#### **2.1.13. Vertimiento.**

Es cualquier descarga final al recurso hídrico, de un elemento, sustancia o compuesto que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios o aguas residuales.

#### **2.1.14. Vertimiento puntual.**

Es aquel vertimiento realizado en un punto fijo, directamente o a través de un canal, al recurso.

#### **2.1.15. Muestra compuesta.**

Es la integración de varias muestras puntuales de una misma fuente, tomadas a intervalos programados y por períodos determinados, las cuales pueden tener volúmenes iguales o ser proporcionales al caudal durante el período de muestras.

#### **2.1.16. Muestra puntual.**

Es la muestra tomada en un lugar representativo, en un determinado momento (Decreto 3930/2010, Diario Oficial 47837 de octubre 25 de 2010).

#### **2.1.17. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.**

Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental



competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua. El PSMV será aprobado por la autoridad ambiental competente (Resolución 1433/2004, Diario Oficial 45774 de diciembre 27 de 2004).

## **2.2.ENFOQUE LEGAL**

### **2.2.1. Constitución Política de Colombia de 1991**

**ARTÍCULO 79:** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

**Artículo 80:** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas.

### **2.2.2. Decreto ley 2811 del 1974.**

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En el artículo 8. Factores que deterioran el ambiente.

### **2.2.3. Ley 23 de 1973.**

Consagra los principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.

#### **2.2.4. Ley 99 de 1993.**

Por la cual se crea el ministerio de medio ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental SINA.

#### **2.2.5. Decreto 3930 de 2010.**

Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

#### **2.2.6. Resolución 631 de 2015.**

Por el 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.

#### **2.2.7. Decreto 3100 de 2003.**

Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.

#### **2.2.8. Resolución 1433 de 2004.**

Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.

#### **2.2.9. Decreto 1594 de 1984.**

por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

### **CAPITULO 3. PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **3.1. Identificar los vertimientos puntuales sobre el caño San Ignacio en el municipio de Curumani, Cesar.**

##### **3.1.1. Recopilación de información referente a la cobertura de alcantarillado.**

A comienzos del año 1971 el señor Manuel Villamizar construye el primer tramo de alcantarillado sanitario del municipio, con el fin de conectar a los servicios del centro materno infantil, recién construido, su extensión fue de 500 metros y el emisario final el caño la cubana.

En 1979, 1983, 1986 Empocesar construyo un tramo de 906 metros sobre la calle 8 que comprende de la carrera 17 hasta la 25, el cual evacua al caño san Ignacio. Al iniciarse la administración de Cristian Moreno Pallares presenta ante FINDETER los estudios y proyectos tendientes a solucionar este problema.

Bajo la administración del Dr. Modesto Suarez Camacho en 1991, se cierra la licitación pública de 28.139 metros de tubería, 2.300 medidores y 2.300 tapas y en diciembre del mismo año se cierra la licitación pública para obras civiles consistente en la excavación de 28.139 metros de tierra.

La cobertura del servicio del alcantarillado de la cabecera municipal es de 95% y se trabaja en el mantenimiento de las lagunas facultativas, las cuales cumplen la labor de remover un 83% de la materia orgánica presente en el agua residual.

Su inauguración se llevó a cabo por el Dr. Mauricio Pimiento Gobernador del departamento y el alcalde municipal Néstor Quiroz Moreno el 18 de Agosto de 1997.

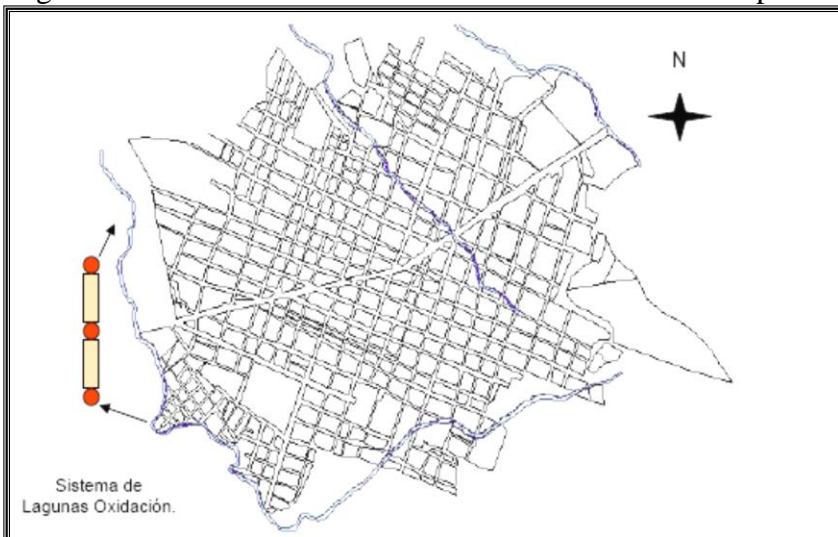
### 3.1.2. Visita de inspección a los STAR.

#### - Descripción general

El sistema de tratamiento de aguas residuales urbanas del municipio de Curumani, basado en lagunas de estabilización, se encuentra ubicado hacia el occidente del municipio, en la zona rural perteneciente a la vereda San Rafael, vereda que hace parte del corregimiento del Mamey. Dista de la cabecera municipal 3Km, (  $9^{\circ}12'26.07''$  N –  $73^{\circ}33'52.34''$  O Punto De Vertimiento final) por la carretera que conduce al corregimiento del Mamey, limita al norte con el corregimiento del Mamey, al sur con la carretera que conduce a Bucaramanga, al oriente con la vereda Unión Animito y al occidente con la zona urbana del municipio de Curumani, el sentido del flujo va en la misma dirección que los vientos.

El área total es de 8 Ha y se encuentra ocupada por dos lagunas de estabilización ubicadas en serie, un canal de conducción del efluente, 16 pozos de inspección, una tubería que comunica el canal de conducción del efluente con la primera laguna de estabilización y otra que comunica la segunda laguna con el canal de conducción del efluente.

Figura 1. Ubicación de los STAR con referencia al municipio



**Fuente:** Pasante

El colector final del sistema de alcantarillado tiene una longitud aproximada de 1.034 metros con tubería de PVC de 36 pulgadas, entrega parte de las aguas negras del Municipio al sistema de tratamiento de agua residual.

### **Tratamiento preliminar**

El tratamiento preliminar de las aguas residuales urbanas generadas en Curumani, está conformada por una rejilla de hierro, de 60 cm. de ancho y 66 cm. de largo, compuesta por 10 barras de 2", separadas entre sí cada 60mm., la rejilla está sumergida parcialmente en el canal de entrada de 8.6 m de longitud, por 0.60 m de ancho, construido en concreto ciclópeo, el ángulo de inclinación de las rejas con respecto a la horizontal del canal es de 58°.

En la actualidad es la única fase de tratamiento primario que se le realiza a las aguas residuales urbanas de Curumani, del pretratamiento la carga es conducida directamente al tratamiento biológico. El tratamiento preliminar, para un caudal de diseño sanitario de 110.56 lt/s, está conformado, por un canal de entrada, en el cual se incorporaron, una estructura de separación de caudales tipo torpeda y la estructura de cribado, ésta con dos módulos de diseño sanitario de 55.28 lt/s cada uno.

Figura 2. Rejilla que conforma el tratamiento preliminar.



**Fuente:** pasante.

## **Estructura de separación**

Con el objeto de impedir la entrada de aguas lluvias a la Planta provenientes de la admisión de conexiones erradas al sistema de alcantarillado con un caudal unitario de 2.0 lps/ha, se previó una estructura de separación que controle estos caudales permitiendo tan solo el paso a tratamiento de 0.1 lps/ha. Lo anterior con base en el hecho que caudales unitarios provenientes de conexiones erradas de la magnitud del admitido al alcantarillado, conllevan diluciones muy altas en términos de contaminantes, que no requieren tratamiento.

## **Cribado**

El cribado es la operación utilizada para separar material grueso del agua, mediante el paso de esta por una criba o rejilla. La criba puede ser de cualquier material agujereado ordenadamente o mediante un emparrillado de barras. El presente diseño consiste en un emparrillado de barras de acuerdo con el método de limpieza las rejillas pueden ser de limpieza mecánica o manual.

Las cribas se denominan finas o gruesas de acuerdo con su separación entre barras, siendo gruesas aquellas con aberturas iguales o mayores a 6,5 mm. En el estudio adelantado por la UIS para el tratamiento de aguas residuales se utilizó cribas de limpieza manual de separación 2,5 centímetros entre barras llamada rejilla gruesa. No se pudo colocar un sistema de cribado fino debido a que el terreno no daba el suficiente desnivel requerido para compensar las pérdidas en dicho sistema.

La pérdida de energía a través de rejillas es función de la forma de las barras y de la altura o energía de velocidad del flujo entre barras.

Figura 3. Estructura de entrada del sistema de tratamiento de aguas residuales.



**Fuente:** Pasante

## **Diques**

El sistema de tratamiento de aguas residuales de Curumani, cuenta en su estructura con 16 diques distribuidos de la siguiente manera:

1 LAGUNA: 8 diques

2 LAGUNA: 8 diques

Los diques son conectores de flujo de agua residual que actúan después de que hayan pasado un determinado tiempo de retención. Además regulan el flujo superficial del agua residual y hace que esta se transporte de una laguna a otra. Hay taponamiento constante de los diques quienes

son los encargados de retener el agua temporalmente en la laguna (1) para luego ser conducida a la laguna (2).

Figura 4. Diques del STAR.



**Fuente:** Pasante

### **Manjoles**

El sistema de tratamiento de aguas residuales de Curumani, cuenta con 16 Manjoles, quienes son los encargados de distribuir el agua residual uniformemente proveniente de la caja de distribución.



Figura 5. Manjoles del STAR.



**Fuente:** pasante.

### **Tratamiento secundario o biológico**

Si bien cierto que las lagunas anaerobias representan un ahorro en cuanto al área requerida, estas no son recomendables dado que existe el temor que se produzcan malos olores, cuando se presenten desequilibrios en los procesos. Además de lo anterior, estas requieren más mantenimiento debido a la alta producción de lodos propia de los medios anaerobios. Los mecanismos de participación ciudadana que promovió la Constitución Política de 1991 hace especialmente sensible el funcionamiento de este tipo de lagunas en el tiempo.

El sistema de lagunas que se desarrollará comprende lagunas facultativas. Estas cumplen la labor de remoción de sólidos suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y coliformes y su operación presenta un mínimo de riesgo de presencia de olores ofensivos.

Las aguas residuales urbanas generadas en Curumani, reciben tratamiento secundario a través, de dos lagunas de estabilización, de tipo facultativo ubicadas en serie, Estas lagunas cumplen la

función de remover parte de la materia orgánica mediante dos procesos aeróbico y anaeróbico llevados a cabo por microorganismos, bacterias y algas.

Figura 6. Descripción sistema de lagunas facultativas

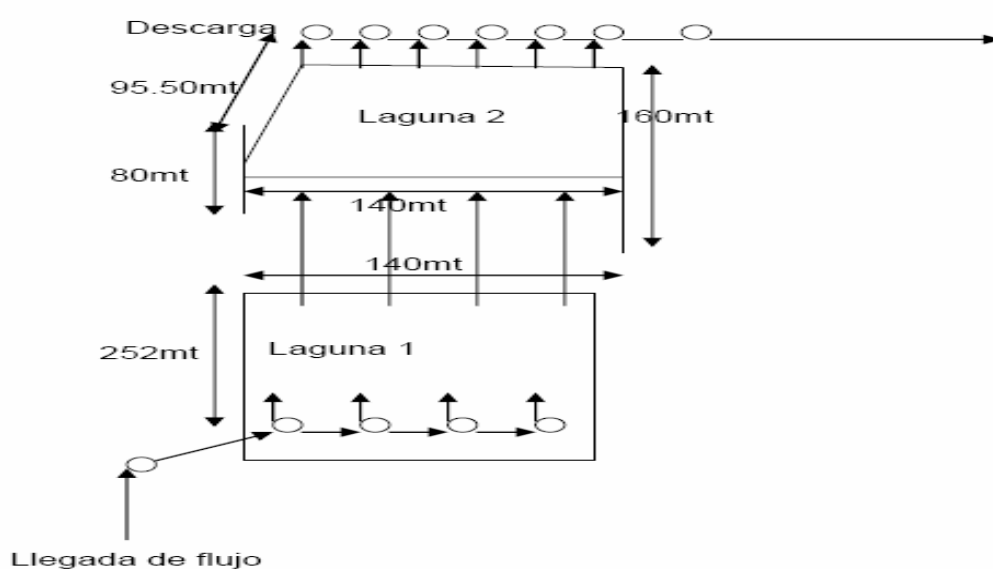


Tabla 3. Descripción sistema de lagunas facultativas

UNIDAD	ALTO CONSTRUCCIÓN	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROFUNDIDAD (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
LAGUNA N° 1	1994	252	140	1,80	50,400
LAGUNA N° 2	1994	160	140	1,50	31,500

Fuente: Pasante

Figura 7. Laguna de estabilización N°1 del municipio de Curumani.



**Fuente:** Pasante.

- **Laguna 1**

Tiene un volumen total de 50.400 metros cúbicos

Volumen de lodos de 4.170 metro cúbicos.

Altura lámina de agua 1.80 metros

Ancho de la laguna de 140 metros

Largo 252 metros

Altura total 2.8 metros

Altura de los lodos aproximadamente de 12 metros.

Caudal de entrada 110 litros por segundo

Caudal de salida 97 litros por segundo

Tiempo de retención en días es de 6.61

Tiempo de retención en segundos es de 571.39

Figura 8. Laguna de estabilización N° 2



**Fuente:** Pasante.

- **Laguna 2**

Tiene un volumen total de 31.500 metros cúbicos

Lámina de agua 1.80 metros

Ancho de la laguna de 140 metros

Largo 160 metros

Altura total 2.25 metros

Altura de los lodos aproximadamente de 0.036 metros.

Caudal de entrada 110 litros por segundo

Caudal de salida 97 litros por segundo

Tiempo de retención en días es de 4.04 días.

Tiempo de retención en segundos es de 349.428

### - Estructura de salida

Una vez terminado el tratamiento secundario del agua residual en la segunda laguna, el efluente pasa por 8 pozos de inspección en tubería de 16" en PVC que lo llevan a un canal abierto natural de 3120 m de longitud; este canal atraviesa seis parcelas dedicadas a la agricultura y ganadería. El destino del efluente conducido por el canal es el caño la cubana y este a su vez al caño San Ignacio, principal fuente hídrica de la vereda San Rafael y el corregimiento del Mamey.

Figura 9. Pozos de inspección después del tratamiento secundario.



**Fuente:** Pasante.

Es necesario hacer estudios de batimetría en las lagunas, estos estudios nos arrojan información de gran utilidad para determinar qué tan colmatadas se encuentran las lagunas, estimar la profundidad útil de estas, y con esto, que tanto están afectando el tiempo de retención, factor influyente en la remoción de materia orgánica.

Los pozos de inspección de salida de la laguna n°2 presentan altos contenidos de espuma y nata como se evidencia en la figura 9, debido a la cantidad de materia orgánica y alto contenido de detergentes.

Para la operación de los sistemas de tratamientos de aguas residuales se necesitan operarios que trabajen en horarios rutinarios y periódicos para que realicen actividades de vigilancia y control haciendo efectiva y satisfactoria la operación de las lagunas.

Durante las labores de operación de las lagunas los operarios deben garantizar el funcionamiento efectivo de todo el sistema, cumpliendo a cabalidad con las funciones que le delegan la empresa y sus respectivos implementos de protección personal y herramientas necesarias para cada actividad.

Control permanente de malezas en el área del sistema de tratamiento, registro de caudales en formatos respectivos.

Limpieza de rejilla de cribado, canales de entrada, desarenadores y salida.

Remoción de nata o partículas flotantes de las lagunas.

Acompañamiento y apoyo en todas las actividades de optimización, seguimiento, monitoreo y demás que realice la empresa en todo el sistema de tratamiento. Algunas de las funciones mencionadas anteriormente no están siendo cumplidas en su totalidad por parte de los operarios de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

En general el sistema de tratamiento, denota falta de mantenimiento técnico y permanente, evidenciándose además que no tenía una adecuada atención. En las rejillas se nota la falta de mantenimiento que se tiene, en esta época de invierno, se aprecian con muchos materiales sólidos lo cual provoca el desbordamiento del canal de entrada, ocasionando gran acumulación de agua contaminada a los alrededores del sistema.

Por otro lado la empresa estableció que la remoción de lodos se realizara una vez la operación cumpla los 2 años de funcionamiento, se observa presencia de islas de lodos y sedimentación en el sistema de tratamiento de aguas residuales de Curumani.

No obstante al no cumplir con lo establecido según la normatividad ambiental vigente, pone en riesgo la salud de los operarios que laboran en ella, los habitantes aledaños al sitio y el funcionamiento normal de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Todas las deficiencias mencionadas conforman la situación actual del municipio de Curumani en cuanto al tratamiento de aguas residuales domesticas se refiere, como consecuencia, se producen alteraciones en el medio que dan lugar a variaciones en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, las cuales sirven de abastecimiento a las pequeñas comunidades aguas abajo.

Evaluaciones realizadas en el sistema de tratamiento con los parámetros de modelo de mezcla completa obteniendo que la primera laguna alcanza una remoción del 43% con un tiempo de retención aproximado de 6 días, y la segunda laguna alcanza un porcentaje de remoción aproximado del 40% en un tiempo de retención de 4 días, la remoción en todo el sistema es del 83%.

Según este resultado se puede afirmar que el dimensionamiento del sistema de lagunas es óptimo por que cumple con lo establecido en el decreto 1594/84, el cual estipula un valor de remoción de DBO del 80%. No obstante el modelo se asemeja más a flujo Pistón y bajo este la eficiencia del sistema en términos de DBO tan solo alcanza al 70%.

Figura 10. Laguna sedimentada.



**Fuente:** pasante.

Figura 11. Mantenimiento de los STAR







**Fuente:** Pasante.

### **3.1.3. Diagnóstico del sistema de alcantarillado.**

La red está construida en su mayoría por tubería de gress y PVC dominando la de gress en un 80% sobre la de PVC, con diámetros desde 6, 8, 10, 12, 24,36 pulgadas, con una longitud de **53.216.66 mL** actualmente con una cobertura del 95% está planificado una longitud de **61.168.57 mL** para aumentar la cobertura del sistema al 100%, la topografía del área urbana facilita el transporte de las aguas residuales y reduce la obstrucción de las tuberías. Los pozos de inspección tienen alturas que oscilan desde los 0.80 m y 5 metros.

El uso indebido del agua del acueducto y las conexiones de aguas lluvias al alcantarillado provoca un aumento en el caudal, generando taponamientos y represamientos cuando se presentan precipitaciones altas, causando un deterioro prematuro en las tuberías. Las Redes de alcantarillado se encuentran en buen estado con capacidad para resistir, fenómenos como sismos

vendavales o inundaciones que se presenten con magnitud media baja. Además no se unen o están relativamente lejos de otras como las de gas, energía eléctrica y telefonía, además están diseñadas e implementadas de forma segura y su afectación sería mínima en caso de una emergencia.

Sólo este sistema descarga sus aguas en la quebrada san Ignacio, luego de haber realizado su paso por las lagunas de oxidación las cuales disminuyen su carga contaminante. Existe presencia de animales carroñeros debido a los residuos de animales que son arrojados a la red sin autorización alguna y por personal no autorizado.

No obstante el servicio de alcantarillado ha presentado una serie de inconvenientes en cuanto al acceso del servicio de cobertura de redes de alcantarillado para algunos sectores de la zona urbana del municipio a los que se les impide la conexión de este servicio, existiendo una serie de dificultades de las cuales se destacan: insuficiencia de recursos, la topografía no permite la conexión a la red de alcantarillado, mal uso de las instalaciones domiciliarias, obras inconclusas por parte de la gobernación e insuficiencia de recursos de la E.S.P de Curumani, ya que solo el 95% de ellas cuentan con este sistema, existiendo un déficit del 5% para estas viviendas, el cual deben ser atendidos con los planes de expansión de la cobertura por parte de la administración central.

#### - **Situación actual**

Para realizar la evaluación del sistema actualmente, se asumió la densidad de 38,18 hab. /Ha (estudio realizado por la UIS para la empresa de servicios públicos de Curumani). Los tramos que presenta una capacidad actual inferior a la mínima deberían cambiarse para que no se presenten tramos trabajando a presión con el fin de evitar reboses en el sistema y el mal

funcionamiento del mismo. Los tramos que presentan velocidad inferior a la mínima pueden producir sedimentación de material fino u otro tipo de material sobrenadante, disminuyéndose así la capacidad del colector lo cual puede causar la falla por capacidad. Los tramos que presentan problemas en el sistema son 488 (61,7%), de los cuales 55 (7%) por flujo crítico, 263 (33,2%) por velocidad mínima y 170 (21,5%) por capacidad inferior a la mínima.

Existen tramos que no fallan por capacidad pero que deben ser cambiados por norma debido a que los tramos que vierten en él tienen con un diámetro mayor al diámetro con el cual cumple el tramo.

### **Cobertura de Alcantarillado actual**

El municipio cuenta con una cobertura del 95% del sistema de alcantarillado con 4.996 viviendas conectadas a la red de alcantarillado, es decir el 5% sin cobertura de alcantarillado vertiendo sus aguas residuales a pozas sépticas o en muchas ocasiones realizan sus necesidades en predios vecinos como potreros, esto debido muchas veces a la dificultad en la topografía para poder ampliar el rango de cobertura en el municipio.

### **Estimación de infiltraciones.**

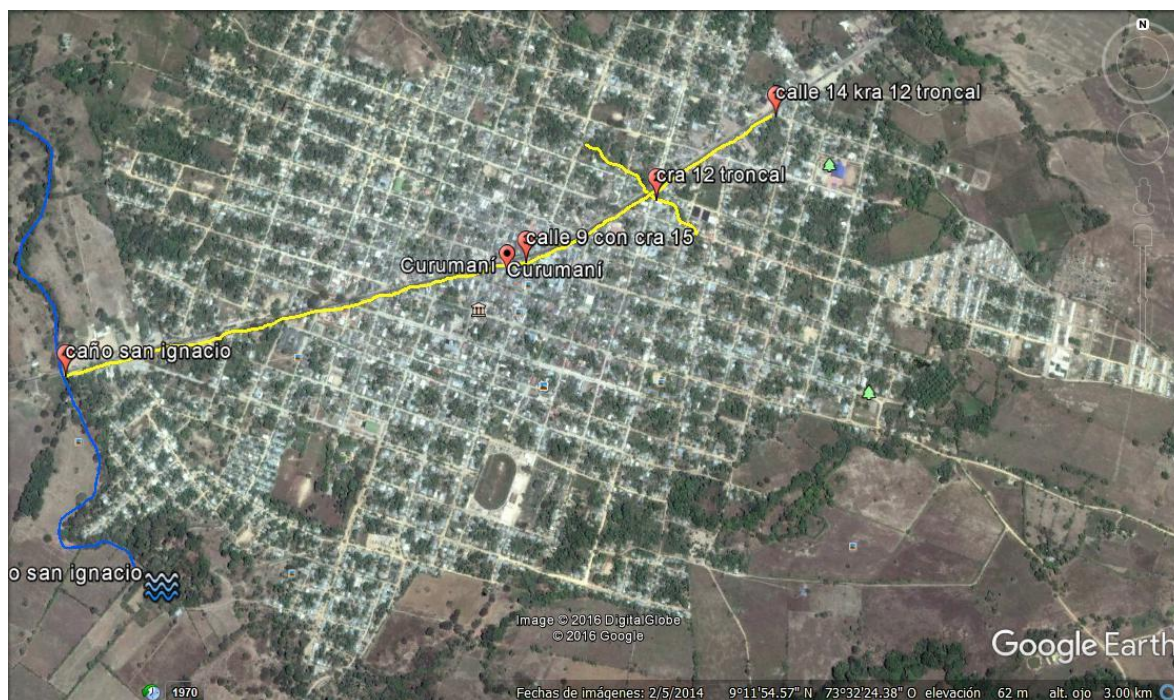
El municipio no cuenta con sistemas que permitan evaluar las infiltraciones

### **Análisis sistema de aguas lluvias**

El municipio en la actualidad no cuenta con sistema de aguas lluvias, el único sistema con que cuenta el municipio para la evacuación de aguas lluvias son los naturales, como la topografía y

los caños la cubana y san Ignacio, dichos soportan gran parte de toda el agua que cae en cada precipitación.

Figura 12. Canalización de aguas lluvias del municipio de Curumani (imagen satelital).



**Fuente:** Pasante con ayuda de google earth

Tabla 4. Proyección de Usuarios y Cobertura de Alcantarillado – Financiamiento del SGP

Año	ALCANTARILLADO					
	Numero de usuario					
	Cobertura	Extracto uno	Extracto dos	Extracto tres	Usuario comercial	Usuario oficial
0 – 2004	77%	971	1.616	0	242	28
1 – 2005	78%	1.015	1.648	0	245	28
2 – 2006	80%	1.077	1.668	0	246	29
3 – 2007	81%	1.151	1.679	0	244	29
<b>4 – 2008</b>	<b>83%</b>	<b>1.232</b>	<b>1.685</b>	<b>0</b>	<b>240</b>	<b>28</b>
5 – 2009	84%	1.312	1.693	0	237	28
6 – 2010	87%	1.388	1.706	0	235	28
7 – 2011	87%	1.454	1.727	0	236	29
8 – 2012	88%	1.499	1.741	0	236	29
9 – 2013	89%	1.550	1.778	0	240	29
10 – 2014	91%	1.597	1.821	0	245	30

11 – 2015	92%	1.642	1.867	0	251	31
12 – 2016	95%	1.685	1.915	0	257	31
13 – 2017	95%	1.729	1.964	0	264	32
14 – 2018	97%	1.773	2.014	0	271	33
15 – 2019	98%	1.817	2.064	0	277	34
16 – 2020	100%	1.862	2.116	0	284	35
17 – 2021	100%	1.879	2.135	0	287	35
18 – 2022	100%	1.896	2.154	0	289	35
19 – 2023	100%	1.913	2.173	0	292	36
20 – 2024	100%	1.930	2.193	0	295	36

**Fuente:** Convenio interadministrativo No. 19-7-0002-0-2004 UIS – Corpocesar.

Tabla 5. Sistema alcantarillado

<b>USO</b>	<b>ESTRATO</b>	<b>TARIFA PLENA</b>
<b>Residencial</b>	<b>Uno</b>	<b>\$ 2.283.60</b>
	<b>Dos</b>	<b>\$ 2.779.20</b>
<b>Comercial</b>	<b>Uno</b>	<b>\$ 6.234.00</b>
	<b>Dos</b>	<b>\$ 7.190.40</b>
	<b>Tres</b>	<b>\$ 14.518.00</b>
<b>Oficial</b>	<b>Uno</b>	<b>\$ 5.195.00</b>
	<b>Dos</b>	<b>\$ 9.275.00</b>
	<b>Tres</b>	<b>\$ 11.733.00</b>
<b>Especial</b>	<b>Uno</b>	<b>\$ 5.195.00</b>
<b>Industrial</b>	<b>Uno</b>	<b>\$ 14.518.00</b>
	<b>Dos</b>	<b>\$ 14.518.00</b>

**Fuente:** Empresa de servicios públicos Acuacur

Para esta situación 141 tramos presentan problemas de capacidad, 41 tramos cumplen con un diámetro menor pero deben ser cambiados a un diámetro mayor por norma, debido a que el tramo que vierte en él posee un diámetro superior al diámetro con el cual cumple el tramo. Es

necesario aclarar que las pendientes que poseen los tramos actualmente influyen en su capacidad de evacuación de caudales.

El sistema presenta un comportamiento similar, tanto para el futuro como para la situación actual, solo se presenta una variación en un tramo adicional que se debe cambiar a largo plazo.

El costo aproximado para el cambio de las redes actuales se relaciona en el siguiente cuadro:

Tabla 6. Relación de costos por tuberías actuales

Longitud de tubería(m)	Diámetro (mm)	Costo total por diámetro
2875.8	200	\$ 382,742,489.92
2130.28	250	\$ 361,647,055.85
1195.57	315	\$ 239,910,718.58
2280.14	400	\$ 590,307,457.31
1212.88	450	\$ 349,561,195.73
1507.8	500	\$ 499,425,628.03
645.5	600	\$ 249,723,940.86
821.45	700	\$ 387,079,143.04
1380.16	900	\$ 1,052,257,909.57
	<b>Total</b>	<b>\$ 4,112,655,538.91</b>

**Fuente:** inventario general de redes de alcantarillado, ACUACUR E.S.P

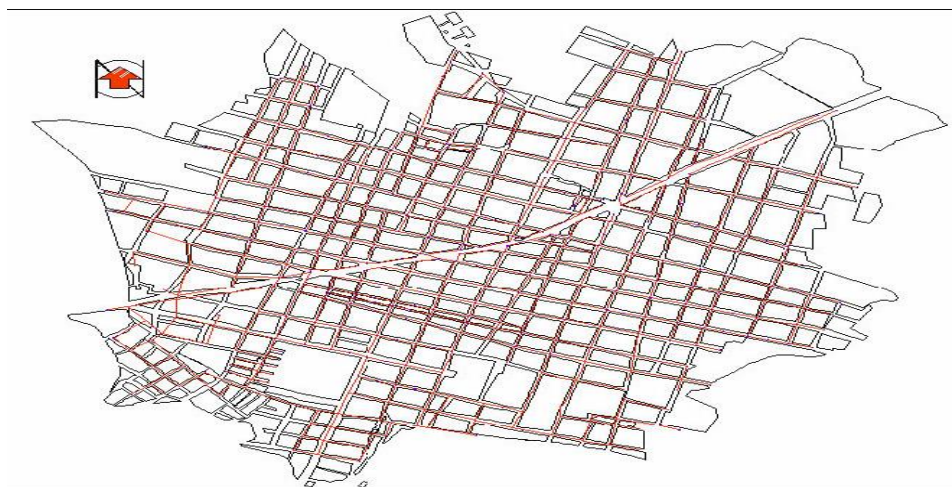
Tabla 7. Relación de costos por tuberías a largo plazo

Longitud de tubería(m)	Diámetro (mm)	Costo total por diámetro
2736.83	200	\$ 391,472,131.21
2130.28	250	\$ 361,647,055.85
1195.57	315	\$ 239,910,718.58
2280.14	400	\$ 590,307,457.31
1212.88	450	\$ 349,561,195.73
1507.8	500	\$ 499,425,628.03
645.5	600	\$ 249,723,940.86
821.45	700	\$ 387,079,143.04
1380.16	900	\$ 1,052,257,909.57
	<b>Total</b>	<b>\$ 4,121,385,180.19</b>

**Fuente:** inventario general de redes de alcantarillado, ACUACUR E.S.P

No existe mucha diferencia entre el cambio de la tubería para la situación actual y la situación futura, por lo cual es conveniente que cuando se realice el cambio de tubería, se realice para la situación futura.

Figura 13. Colectores y emisarios finales.



**Fuente:** Empresa de servicios públicos ACUACUR.

### **3.2. Realizar un diagnóstico del caño San Ignacio como fuente receptora de vertimientos puntuales.**

#### **3.2.1. Información de la situación actual y anterior, referente al caño San Ignacio (descripción general del área de estudio).**

El municipio de Curumani, se encuentra asentado en el área de la Serranía del Perijá, la cual comparte con municipios del departamento del Cesar y de La Guajira en la Región Caribe, (CORPOCESAR, 1995).

El Municipio de Curumani es el centro nodal de la subregión central del departamento del Cesar, en donde se encuentran los municipios de Chiriguaná, Chimichagua, La jagua de Ibirico, Pailitas y Tamalameque, Curumani tiene un área de aproximadamente 931.1 Kms<sup>2</sup>, que

corresponde al 4,06% del área total departamental. Limita por el norte con el municipio de Chiriguaná, por el oriente con la República de Venezuela y el Departamento de Norte de Santander, por el sur con el municipio de Pailitas y por el occidente con el municipio de Chimichagua. (POT, 1998).

La posición astronómica del municipio de Curumani se da entre las coordenadas 9° 12' de Latitud Norte y 73° 33' de Latitud Oeste. Se encuentra a 176 Km. de distancia de Valledupar, capital del departamento del Cesar, comunicándose con ésta mediante un sistema de carreteras que se encuentra en buen estado.

El Municipio de Curumani, está conformado por siete (7) corregimientos: Santa Isabel, San Roque, San Sebastián, Champán, Guaimaral, El Mamey y Sabana grande; y por 66 veredas.

Con el objeto de organizarse desde el punto de vista comunitario y para facilitar la prestación de servicios, el municipio de Curumani se organizó en diez (10) bloques veredales, sin embargo, dentro de estos bloques se tienen en cuenta veredas pertenecientes a otros municipios tanto del departamento del Cesar como de Norte de Santander.

El sistema hidrológico del Municipio de Curumani forma parte de la Ciénaga de Zapatosa, cuya área es de 6.376 Kms<sup>2</sup>, cubriendo los departamentos de Cesar y Magdalena. La red hidrográfica principal está constituida por los ríos Animito, Anime y Simití; las quebradas de San Pedro, Anime y Quiebra dientes; y las ciénagas de Zapatosa y Saloa. Siendo compartida esta red hidrográfica con otros municipios tanto del Departamento del Cesar como del Magdalena, por tal razón las acciones a ejecutar en estas áreas deben ser acordadas con las demás administraciones involucradas.



La principal red hidrográfica del municipio se relaciona en el cuadro No 3, sin embargo es importante resaltar la presencia de arroyos y caños que atraviesan tanto el área urbana como el área rural del municipio.

Tabla 8. Principales corrientes superficiales

Principales fuentes hídricas	área de la cuenca en el municipio (has)	área total de la cuenca (has)	caudal promedio (m <sup>3</sup> /seg)	Cubrimiento municipal (%)
Quebrada Anime	18.000	64.900	4,54	28
Quebrada San Pedro	500	13.500	4,72	4
Quebra Dientes	8.000	18.800	6,58	43

El municipio de Curumani se encuentra ubicado en la zona de los valles de los ríos Cesar y Magdalena, donde la precipitación oscila entre 1.000 y 2000 mm, y su bajo valor es debido a la acción secante de los vientos alisios del noreste, que no encuentran obstáculos orográficos en estos sectores. (Atlas Ambiental del Departamento del Cesar, en Estudio de impacto ambiental Cantera la América 2002).

Presenta una temperatura promedio anual de 28°C, con máxima de 39°C y mínima de 22°C, dependiendo del régimen de lluvia anual. Esto permite clasificar la región dentro del piso térmico cálido ardiente. El régimen de lluvias que se presenta en la zona, de acuerdo con los datos pluviométricos es bimodal; es decir, existen dos (2) períodos lluviosos los cuales registran una precipitación media anual de 1450 mm; y dos (2) períodos secos al año. Los períodos lluviosos ocurren regularmente entre los meses de abril a junio y de agosto a noviembre; el período menos lluvioso tiene lugar en los meses de diciembre a marzo, siendo el más seco enero. El comportamiento de los índices de aridez es deficitario, es decir, mayor a 0,3, lo cual significa que se presenta déficit de agua en el suelo durante más de seis (6) meses al año.

La humedad relativa, tiene valores pico en los meses de precipitaciones elevadas, en mayo es del 83%, en septiembre, octubre y noviembre toma valores del 81%, 84% y 81%, respectivamente. En época de verano, los valores llegan hasta el 63% (meses de diciembre a marzo). La humedad relativa media a lo largo del año es 75%.

La evaporación por su parte, tiene los índices más altos en el verano, con un valor máximo en enero de 180,9 mm y un valor mínimo en octubre de 115 mm. La evaporación promedio anual tiene un valor de 1689,3 mm.

El brillo solar en los meses más secos, diciembre a marzo, presenta periodos de 211.9 horas promedio, contrastando con los meses húmedos con un mínimo de 167,6 horas. El promedio mensual es de 189,8 horas y diarias de 6,3 horas.

Por su parte la velocidad del viento, el cual conforma una variable climática, ya que traen o llevan las masas nubosas cargadas con vapor de agua, produciendo así la Precipitación por movimientos conectivos de los vientos, tiene valores medios más bajos (1,7 m/seg.) en las horas de la mañana (07:00 horas) y los más altos (2,9 m/seg.) en horas del mediodía (13:00 horas). El mes con los valores más altos es agosto a las 07:00 horas, mientras que a las 13:00 horas los meses con los valores más altos están entre diciembre y abril (2,2 m/seg. y 3,0 m/seg.) respectivamente. (Estudio de impacto ambiental cantera la América, 2002). Estos valores reflejan claramente la influencia de los vientos alisios del NE, que hacen su aparición en el Caribe Colombiano hacia diciembre y se prolonga durante los primeros cuatro meses del año.

#### - CAÑO SAN IGNACIO

Se forma en la finca del Sr. Felipe Ríos alrededor de la cabecera municipal, colinda con los barrios Buenos Aires, las ferias, pasa por la finca de Adinael Páez, atraviesa la carretera central de Oriente y cruza los predios de los hermanos Cubides, sale a los predios de las lagunas de

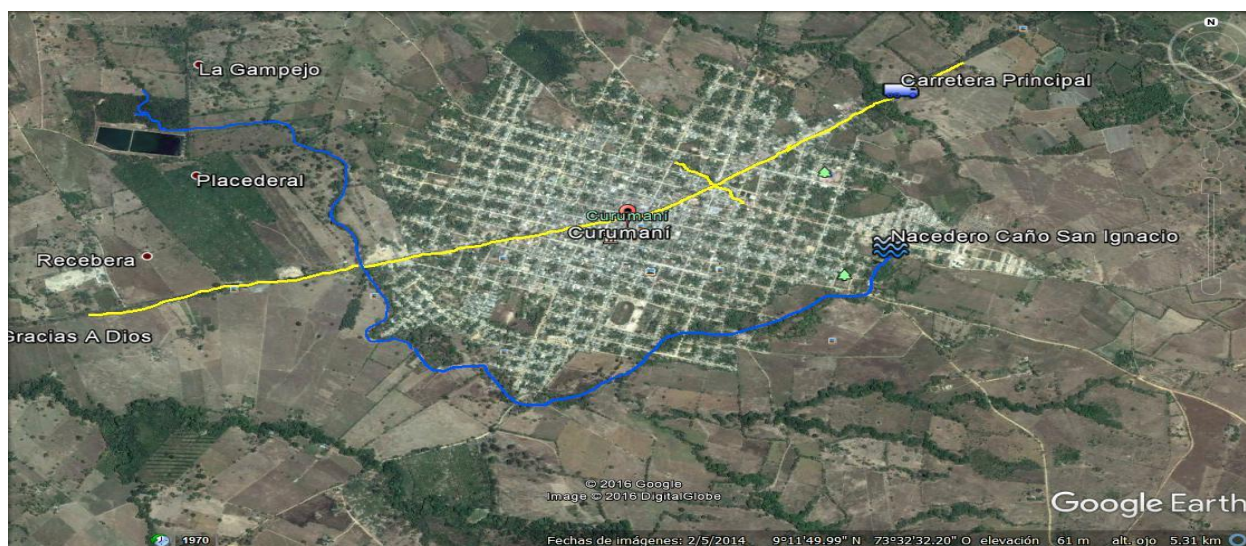
oxidación, entra a la cubana y finalmente deposita sus aguas en la quebrada San Pedro finca Candilejas, vereda El Algarrobo.

San Ignacio fue una corriente de aguas limpia donde las mujeres de la época iban a lavar ropa, a bañarse, recrearse, observar el paisaje; los vaqueros y finqueros tomaban el agua para consumo humano, para agricultura y ganadería; En verano manejaba un caudal entre 15-20 L/seg aproximadamente.

Desde años atrás este afluente está siendo intervenido por el acelerado crecimiento poblacional del municipio, la falta de cultura, redes de alcantarillado y la educación ambiental de habitantes de los barrios aledaños al caño quienes arrojan los residuos de todo tipo incluyendo llantas, vidrio, plástico y las descargas líquidas domésticas proveniente de sus viviendas a este importante cuerpo de agua, causándole así un gran impacto ambiental negativo a la flora y fauna existente allí y el deterioro paisajístico del lugar. San Ignacio también es un recolector de aguas lluvias y desde 5 años atrás hasta la fecha ha perdido el caudal, solo recoge agua en épocas de invierno.

El tipo de suelo en el área del caño corresponde a suelos limo – arcillosos, el caño San Ignacio se ha convertido en la fuente receptora de los vertimientos puntuales del municipio de Curumani Cesar y por lo tanto su contaminación es evidente.

Figura 14. Caño San Ignacio Curumani Cesar. Imagen satelital.



**Fuente:** pasante con ayuda de Google Earth.

Figura 15. Caño San Ignacio actualmente.



**Fuente:** Pasante.

### 3.2.2. Caracterización de las aguas del caño San Ignacio 100 metros arriba, 100 metros abajo y en el punto de vertimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.

El sistema de tratamiento de aguas residuales de Curumani vierte sus aguas al caño san Ignacio y este a su vez las deposita en la quebrada San Pedro, que para efectos de realizar el análisis físico – Químico y microbiológico de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1594 del 1984 o la normatividad ambiental vigente; se tomaron muestras aguas arriba y aguas abajo del punto de vertimiento, las cuales fueron enviadas a un laboratorio certificado para su respectivo análisis.

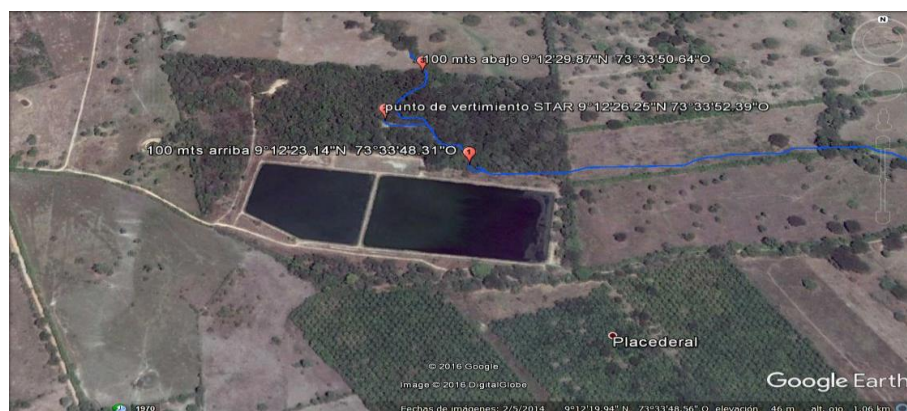
El día 16 de Abril del año 2017 a partir de las 7:00 am se realizó la caracterización de las aguas del caño san Ignacio 100 metros arriba, 100 metros abajo y en el punto de vertimiento final del efluente de la STAR del municipio de Curumani cesar, por medio de muestras puntuales con el acompañamiento del laboratorista de la empresa de servicios públicos de Curumani ACUACUR E.S.P.

Tabla 9. Ubicación de la estación de muestreo STAR Curumani Cesar.

<b>ESTACION DE MUESTREO</b>	<b>COORDENADAS</b>
SAN IGNACIO	N:09°20'53,9" O:73°55'69,7"
CAÑO SAN IGNACIO 100 MTS AGUAS ARRIBA	N:09°12'23,14" O:73°33'48,31"
PUNTO DE VERTIMIENTO FINAL STAR	N:09°12'26,25" O:73°33'52,39"
CAÑO SAN IGNACIO 100 MTS AGUAS ABAJO	N:09°12'29,87" O:73°33'50,64"

**Fuente:** Pasante

Figura 16. Posición geográfica STAR Curumani Cesar.



**Fuente:** pasante con la ayuda de google earth.

Figura 17. Caño san Ignacio 100 mts aguas arriba.



**Fuente:** pasante.

Al llegar al punto de muestreo se realizó un análisis visual del lugar donde se evidencio que el caño presenta áreas de difícil acceso debido a la maleza, animales venenosos como la víbora boqui dora, mapana o equis (**Bothrops atrox**), esto impidió la toma de muestras y no se pudo realizar el análisis.

Figura 18. Punto de vertimiento STAR.



**Fuente:** pasante.

En este punto se realizó la toma de muestra puntual, junto con el canal de entrada y el punto medio (en las cajillas que dividen las lagunas). Su efecto se ve reflejado en los análisis de los resultados y la evidencia en la lista de anexos.

Figura 19. Caño san Ignacio 100 mts aguas abajo.



**Fuente:** pasante.

En el sector aguas abajo del caño san Ignacio se realizó un análisis visual en compañía del jefe de laboratorio de la empresa, se evidencia el mal estado del efluente presentando olores ofensivos que perjudican a los habitantes asentados en la rivera del caño. Se observó el agua con una coloración verdosa y con gran cantidad de materia orgánica, el emisario final se encuentra completamente deteriorado los vecinos aledaños tienen afectaciones relacionados con problemas de salud que está presentando el ganado (anaplasmosis).

En este momento el agua es utilizada solo para sistemas de riego y el ganado que se somete a tomarla, no habiendo más fuentes hídricas de donde puedan hacerlo.

Cabe resaltar que en este sitio tampoco fue realizada la toma de muestra, solo se socializo con la comunidad afectada y se tomaron evidencias (ANEXOS).

### **3.2.3. Toma y recolección de las muestras.**

La calidad del agua del efluente de las lagunas de oxidación se caracterizó por medio del laboratorio Ambiental y de alimentos Nancy Flórez García, un laboratorio certificado, los parámetros que se analizó fueron:- físico (temperatura), químicos (pH, oxígeno disuelto, solidos totales, solidos suspendidos totales, grasas y aceites, nitrógeno total, nitrato y fosforo.), microbiológicos (demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), Coliformes totales y Escherichia coli.). Para la caracterización de estos parámetros se llevó acabo el siguiente procedimiento:

Se tomaron 3 muestras dentro del perímetro de la laguna insitu.

- Toma de muestra por parte del técnico de laboratorio de la empresa ACUACUR E.S.P en la rejilla de la boca toma de la planta de tratamiento de agua potable en la quebrada San Pedro, para ver las condiciones en que se encuentra el afluente y revisar si presenta algún agente patógeno.



- El segundo punto es el canal de entrada a la laguna de oxidación.
- El tercer punto, es el punto medio de las lagunas exactamente en las cajillas que comunican la laguna n.1 con la laguna n.2.
- Y finalmente el último muestreo se hace en el punto de salida de la descarga final de los STAR, en la tubería que sale de las lagunas y cae a San Ignacio.

Las muestras fueron previamente rotuladas, refrigeradas y trasladadas hasta la ciudad de Valledupar, al laboratorio ambiental y de alimentos Nancy Flórez García donde se realizó el respectivo análisis.

Para efectuar el procedimiento se tomó un recipiente de 10 – 20 litros en el horario anterior al medio día, se dejó en reposo de 2-3 horas, y después fueron envasadas en recipientes de vidrio.

En el caso de la muestra fisicoquímica el material de dicho envase depende del tipo de muestra que se vaya a realizar y los parámetros a evaluar teniendo en cuenta las especificaciones técnicas en cada caso.

2 litros (1 muestra de 1litro y otra de 500 ml) en envase de plástico para análisis físico químico esto para cumplir a cabalidad con el volumen solicitado por el laboratorio.

Tabla 10. Características de los recipientes para análisis fisicoquímicos y preservación aplicada.

<b>DETERMINACION</b>	<b>RECIPIENTE</b>	<b>PRESERVACION</b>
DBO	Plástico	Refrigeración
DQO	Plástico	H2SO4pH<2 Refrigeración
Grasas y aceites	Vidrio	H2SO4pH<2 Refrigeración
Solidos suspendidos	Plástico	Refrigeración
Solidos totales	Plástico	Refrigeración
Nitratos	Plástico	Refrigeración
Nitrógeno total	Plástico	H2SO4pH<2 Refrigeración
Fosforo total	Plástico	H2SO4pH<2 Refrigeración

**Fuente:** Laboratorio ambiental y de alimentos NANCY FLOREZ GARCIA.

Tabla 11. Características de los recipientes para análisis microbiológicos y preservación aplicada.

DETERMINACION	RECIPIENTE	PRESERVACION
Coliformes totales	Vidrio estéril	Refrigeración
E. Coli.	Vidrio estéril	Refrigeración

**Fuente:** Laboratorio ambiental y de alimentos NANCY FLOREZ GARCIA.

La toma de muestra microbiológica se realizó en botellas de vidrio, neutro con tapón esmerilado con capacidad de 500mL, previamente esterilizados en autoclave con las siguientes condiciones: 121°C de temperatura y 15 psi de presión por un tiempo de 15 a 30 minutos, las botellas fueron abiertas dentro del medio acuático para evitar contaminación.

Se procuró que este no quedara con burbujas de aire, previamente esterilizado y rotulado; estas muestras son refrigeradas de 0 - 4°C rotuladas, selladas y enviadas al laboratorio de NANCY FLOREZ GARCIA en la ciudad de Valledupar.

El análisis de los resultados tarda un promedio de 15 a 20 días.

Figura 20. Toma y recolección de las muestras.



**Fuente:** Pasante

### 3.2.4. Análisis e interpretación de los resultados.

Debido a que al laboratorio ambiental y de alimentos NANCY FLOREZ GARCIA se le imposibilitó la realización de la toma de muestra de cada una de las estaciones del caño san Ignacio 100 metros arriba y 100 metros abajo del vertimiento, se tomó como referencia los análisis de los resultados del efluente en comparación con el Decreto 1594 del 84, pero teniendo en cuenta que el ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitió la Resolución N° 0631 del 17 de marzo del 2015, “por la cual establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público” decidí realizar una comparación con datos y análisis de 2 periodos semestrales atrás y el análisis del periodo actual en que realice la pasantía a este mismo cuerpo de agua y sistemas de tratamiento, con los límites permisibles establecidos en la ya mencionada Resolución a manera de ejercicio de comparación para inspeccionar el comportamiento y la eficiencia de los STAR, es de aclarar que dicha Resolución entra en vigencia el 01 de enero del año 2016, la comparación se realizó solo para tener una base de referencia que permita evaluar el estado actual del vertimiento de aguas residuales con respecto a periodos anteriores y a la normatividad ambiental vigente.

Tabla 12. Ubicación y georreferenciación de la estación de muestreo.

<b>ESTACION DE MUESTREO</b>	<b>COORDENADAS</b>
Canal de entrada	09° 12' 16.7034"N 73° 33' 43.8114"O
Punto medio de las lagunas	09° 12' 17.7928"N 73° 33' 53.604"O
Punto de descarga final	09°12'26.25"N 73°33'52,39"O

**Fuente:** pasante.

Tabla 13. Resultados Análisis físicoquímicos y microbiológicos STAR ACUACUR del 1°er semestre de 2016 en comparación con el decreto 1594 de 1984 artículo 72.

ANALISIS	METODO	ESPECIFICACION	RESULTADO ENTRADA	RESULTADO SALIDA
Solidos suspendidos totales mg/l	SM 2540 D	Remoción > 80% carga	348	83,0
DBO5 mgo2/l	SM 5210 B	Remoción > 80% carga	284	50,2
pH (25,2 °C) U de pH (A)	SM 4500-H+ B - Electrométrico	5,0-9,0	7,50	7,29
DQO mgo2/l	SM 5220 C	N.R	444	167
Nitratos mg NO3/L	SM4500 – NO2 B	N.R	<0,020	0,200
Grasas y aceites mg/l	SM5520 B	Remoción > 80% carga	80,5	<15,0
Nitrógeno total mg N/L	SM4500 – Norg B SM 4500 – NH3 B,C	N.R	48,1	22,1
Fosforo total mg P/L	SM 4500 – P B,E	N.R	1,53	0,866

**Fuente:** Laboratorio ambiental y de alimentos NANCY FLOREZ GARCIA.

Los resultados obtenidos en el efluente del STAR de ACUACUR cumplen con los límites máximos permitidos en la legislación ambiental vigente, según en el Decreto 1594 del 84, para los parámetros de SST, se evidencio que alcanza los porcentajes de remoción en carga, para los parámetros de DBO, grasas y aceites no cumplió con el porcentaje de remoción según la legislación colombiana vigente.

**Fuente:** Laboratorio ambiental y de alimentos NANCY FLOREZ GARCIA.

Como sustento a los anteriores resultados del año 2016 tomados en comparación con el Decreto 1594 del 84, se anexaron también como referencia los análisis del año 2017 y con ello lograr una comparación en relación con el presente año (2017), basados en el mencionado decreto verificando la eficiencia de los Sistemas de Aguas Residuales Domesticas del municipio de Curumani y las diferentes medidas de manejo ambiental formuladas para el control o mitigación de los impactos ambientales derivados del funcionamiento de las mismas. En las tablas 15 y 16

se podrán observar los parámetros realizados en el sistema del Efluente, dando como resultado los análisis Físicoquímicos y Microbiológicos del primer y segundo semestre del 2016.

Tabla 14. Resultados Análisis físicoquímicos y microbiológicos STAR ACUACUR del 2°do semestre de 2016 en comparación con el decreto 1594 de 1984 artículo 72.

ANALISIS	METODO TECNICA	ESPECIFICACION	RESULTADO ENTRADA	RESULTADO SALIDA
DBO5 mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	Remoción >80% Carga	148	84,2
DQO mg O2/L (A)	SM 5220 C - Titulométrico	N.R	269	181
Grasas y Aceites mg/L (A)	SM 5520 B - Partición liquido - liquido	Remoción >80% Carga	22.5	11.3
pH (25,2 °C) U de pH (A)	SM 4500-H+ B - Electrométrico	5,0-9,0	7,86	7,39
Sólidos Suspendidos mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico	Remoción >80% Carga	117	66.7
Sólidos Totales mg/L (A)	SM 2540 B - Gravimétrico	N.R	908	865
Temperatura °C (A)	SM 2550 B - Electrométrico	<40°C	25,0	25,2
Nitratos mg NO3/L (A)	J Rodier, 3ra Ed. 1998 - Fotométrico	N.R	<0,886	<0,886
Nitritos mg NO2/L (A)	SM 4500-NO2 B - Fotométrico	N.R	0,020	<0,020
Nitrógeno Total mg N/L (A)	SM 4500-Norg B / SM 4500-NH3 B,C - Volumétrico	N.R	38,3	28.4
Escherichia coli NMP/100 mL (A)	SM 9223 D - Sustrato definido	N.R	1986,3x10 <sup>4</sup>	275,5x10 <sup>3</sup>

**Especificación:** Decreto 1594 art 72

Los resultados obtenidos en el efluente del STAR ACUACUR Cumplen con los límites máximos permitidos en la legislación ambiental vigente, según lo estipulado en el Decreto 1594 del 84 para los parámetros de Temperatura y pH; se pudo constatar que los porcentajes de

remoción de carga para los parámetros de DBO cumplió con el valor máximo permisible según la norma.

Para grasas y aceites y SST no cumplió con la remoción establecida dentro del decreto, siendo esta muy baja. Esto indica que existe déficit en la STAR que pueden corregirse a través de la optimización del mantenimiento y limpieza del mismo. Fuente: Laboratorio ambiental y de alimentos NANCY FLOREZ GARCIA.

Tabla 15. Resultados Análisis fisicoquímicos y microbiológicos STAR ACUACUR del 1°er semestre de 2017 en comparación con la resolución 0631 de 2015.

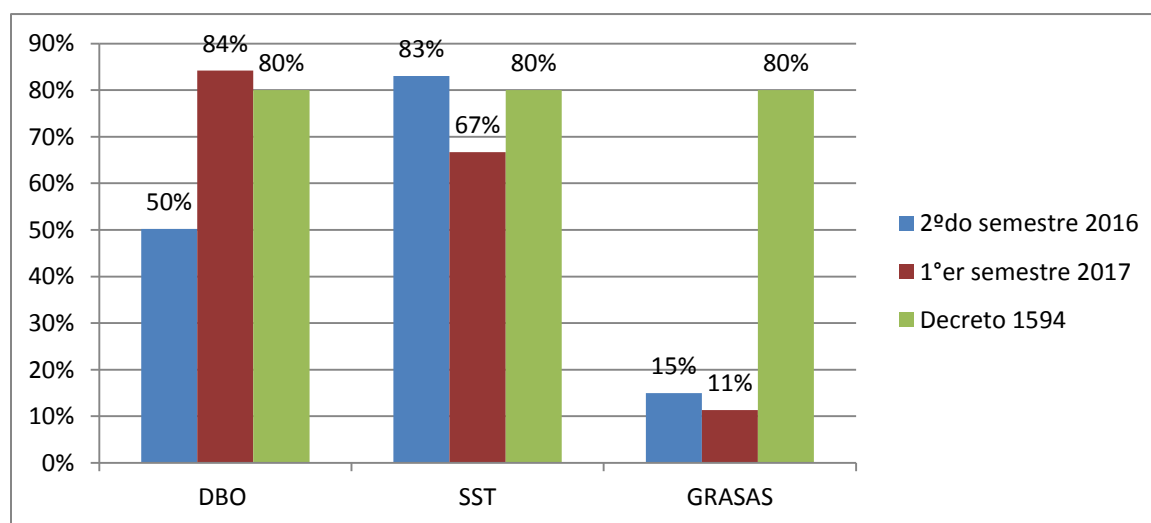
ANALISIS	METODO TECNICA	ESPECIFICACION	RESULTADO ENTRADA	RESULTADO SALIDA
DBO5 mg O <sub>2</sub> /L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	90,00	97,8	46,2
DQO mg O <sub>2</sub> /L (A)	SM 5220 C - Titulométrico	180,00	107	76,3
Grasas y Aceites mg/L (A)	SM 5520 B - Partición líquido - líquido	20,00	12,2	<10,0
pH (25,2 °C) U de pH (A)	SM 4500-H+ B - Electrométrico	6,0-9,0	7,40	7,29
Sólidos Suspendidos mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico	90,00	48,0	44,8
Sólidos Totales mg/L (A)	SM 2540 B - Gravimétrico	N.R	401	320
Temperatura °C (A)	SM 2550 B - Electrométrico	40°C	23,8	24,2
Nitratos mg NO <sub>3</sub> /L (A)	J Rodier, 3ra Ed. 1998 - Fotométrico	Análisis y reporte	<0,886	<0,886
Nitritos mg NO <sub>2</sub> /L (A)	SM 4500-NO <sub>2</sub> B - Fotométrico	Análisis y reporte	0,021	<0,020
Nitrógeno Total mg N/L (A)	SM 4500-Norg B / SM 4500-NH <sub>3</sub> B,C - Volumétrico	Análisis y reporte	23,9	15,6
Escherichia coli NMP/100 mL (A)	SM 9223 D - Sustrato definido	N.R	235,9x10 <sup>5</sup>	60,2x10 <sup>3</sup>

**Especificación:** resolución 0631 del 2015 art 8.

Los resultados obtenidos de las muestras de aguas residuales, se compararon con la **Res. 0631/2015 Art. 8** (Carga menor o igual a 625,00 Kg/día DBO5), “Parámetros físicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domesticas - de las actividades industriales, comerciales o de servicios; y de las aguas residuales (ARD-ARND) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales.

Los resultados obtenidos en el efluente del STAR ACUACUR cumplen con los límites máximos permitidos en la legislación ambiental vigente, según la resolución 0631 del 2015 art 8, para los parámetros de temperatura y pH, se evidencio que alcanza los porcentajes de remoción en carga para los parámetros de DBO, grasas y aceites y SST cumpliendo con el porcentaje de remoción según la legislación colombiana vigente. Fuente: Laboratorio ambiental y de alimentos NANCY FLOREZ GARCIA.

Figura 21 Resultados de los porcentajes de remoción para DBO, SST y GRASAS en comparación con el decreto 1594/84.



La normatividad vigente para vertimientos de aguas residuales a un cuerpo de agua. (Artículo 72 del Decreto 1594/1984) establece como parámetros de comparación los porcentajes de remoción en carga para las concentraciones de Grasas, DBO y SST; calculo que es aplicable cuando se toman muestras en los puntos de afluente y efluente en un sistema de tratamiento de aguas residuales, las cuales permitan estimar a partir de las concentraciones de entrada y salida del sistema dichos porcentajes.

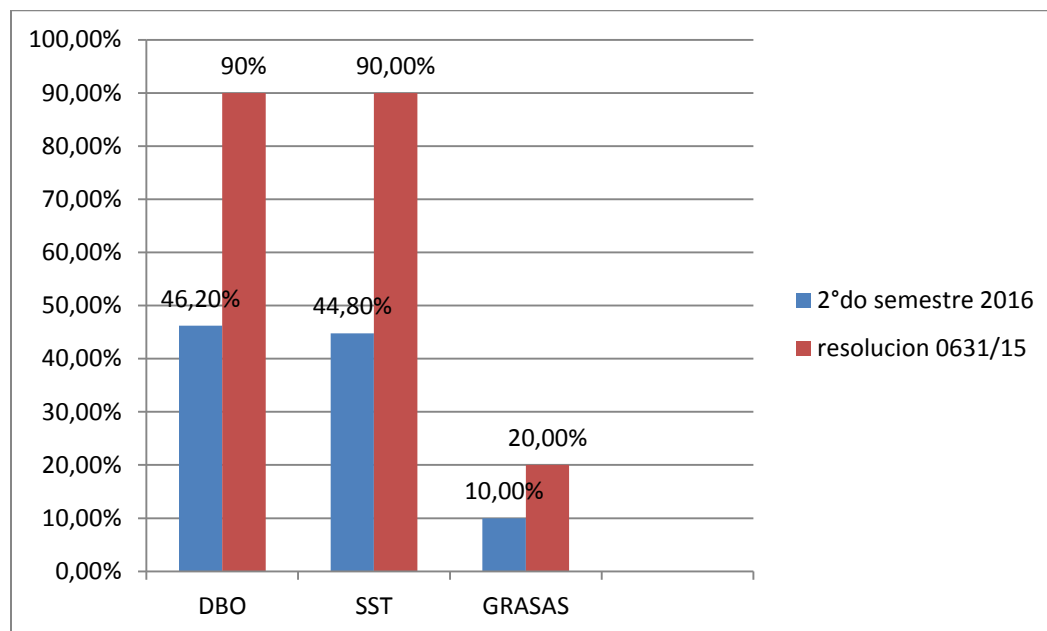
En la figura 20, las muestras de agua residual evidencia que los resultados en porcentajes de DBO para el segundo semestre del año 2016 y primer semestre del 2017 presentan remociones del 50 – 84% no alcanzando los porcentajes de remoción en la salida del sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR) en el segundo semestre del 2016, pero sobrepasándolo en el primer periodo del 2017 cumpliendo así con el porcentaje mínimo permisible por el decreto 1594 de 1984 ART. 72.

Como se indica en la gráfica el parámetro de solidos suspendidos totales (SST) para el segundo semestre del 2016 el sistema alcanza los porcentajes de remoción establecidos en el decreto 1594/84 y en el primer semestre de 2017 no alcanzo los niveles de remoción en el decreto ya mencionado llegando tan solo al 67%.

En el parámetro de grasas y aceites nos indica que en el segundo semestre del 2016 y primer semestre del 2017 el sistema no alcanza los porcentajes de remoción establecidos en el decreto; alcanzando tan solo un 15% y 11% del valor estipulado en el decreto que revela un >80% en carga.

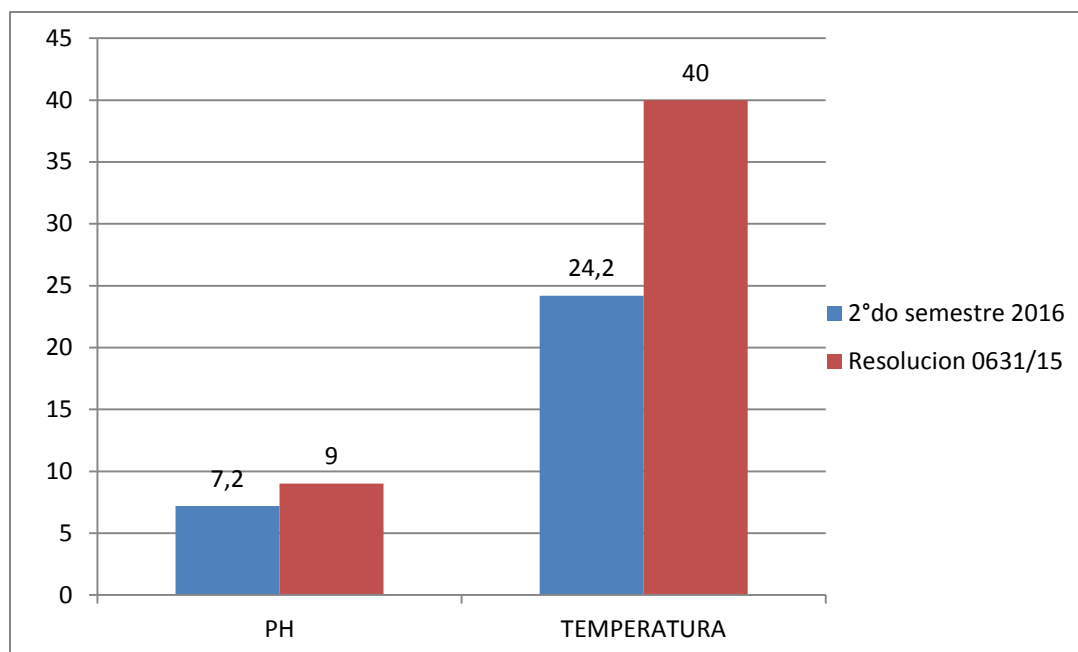


Figura 22 . Resultados porcentaje de remoción para DBO, SST y GRASAS en comparación con la resolución 0631 del 2015.



Del informe de resultado se evidencia que las concentraciones de los parámetros analizados y referenciados en la Laguna de Oxidación, cumple con todos los parámetros fisicoquímicos analizados y evaluados con la Res 0631/15 Art. 8 (Carga menor o igual a 625,00 Kg/día DBO5).

Figura 23 Resultados de los análisis físico químico de agua residual en comparación con la resolución 0631 del 2015.



En la figura, se evidencia que las concentraciones de los parámetros analizados y referenciados de PH y temperatura en la Laguna de Oxidación, cumple con todos los parámetros fisicoquímicos analizados y evaluados con la Res 0631/15 Art. 8 (Carga menor o igual a 625,00 Kg/día DBO5).

En las tres muestras anteriores (tabla 14, 15,16) los parámetros fisicoquímicos: Nitrógeno total, Nitratos y Nitritos, la norma no indica valor de referencia, solo establece que se analice y reporte.

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos: Solidos Totales y E. Coli no se encuentran referenciados en la norma de referencia, por tanto no es posible evaluar el cumplimiento o no de los mismos.

Las condiciones actuales que presentan las lagunas y sus principales características fueron determinadas mediante la realización de análisis químicos, físicos y bacteriológicos; batimetría en ambas lagunas y observaciones directas (Resultados de caracterización).

Este sistema recibe actualmente un caudal de 110.56 lps, correspondiente a una población 29.816 habitantes.

Los resultados de la caracterización de las aguas residuales en el municipio de Curumani permiten argumentar que Cuanto mayor es la DBO, cuanta más materia orgánica este presente, mayor es el problema que crea la descomposición de la misma, la actividad metabólica de las bacterias que necesitan oxígeno puede reducir el contenido normal de oxígeno disuelto en una corriente hasta menos de 1 mg/lit, abajo del cual la mayor parte de los peces son incapaces de sobrevivir. Cuando todo el oxígeno disuelto desaparece, se presentan condiciones anaeróbicas y se generan olores desagradables.

Los nitratos y los fosfatos procedentes de las aguas residuales municipales son nutrientes inorgánicos que favorecen el crecimiento de plantas y algas, las cantidades necesarias para generar floraciones algales no están definidas, pero concentraciones tan bajas como 0.01 mg/lit de fósforo 0.1 mg/lit de nitrógeno pueden ser suficientes para ocasionar eutrofización. Además de su efecto estético en las corrientes de agua (olor - aspecto), las algas pueden ser tóxicas para el ganado, perjudicando el sabor del agua. Obstruir las unidades filtrantes y aumentar las necesidades químicas en el tratamiento del agua.

Las partículas orgánicas e inorgánicas en las aguas residuales son sólidos sedimentables, flotantes y en suspensión capaces de formar depósitos de aspecto desagradable y bancos de lodos arenosos, y de reducir la penetración solar de luz.

Surge preocupación por la salud pública cuando se descargan aguas negras, que pueden contener patógenos en aguas receptoras que se utilizan con fines de abastecimiento de agua o recreación. De acuerdo a los resultados en las muestras de agua residual para los diferentes puntos se observa que no cumple con el Capítulo III del Decreto 1594/84 el cual se refiere a la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas, estuarinas y servidas.

### **3.3. Proponer alternativas para la reducción de las cargas contaminantes de los vertimientos de aguas residuales sobre el caño San Ignacio en el municipio de Curumani, Cesar.**

#### **3.3.1. Elaboración de propuesta de alternativas para la reducción de las cargas contaminantes de los vertimientos.**

Para lograr el mejoramiento de cada una de las actividades propuestas en este proyecto, se tuvo en cuenta la voluntad y el desempeño de la empresa y sus delegados quienes se encargan de la elaboración de las mismas.

Se crearon grandes expectativas en los temas tratados en cuanto a la disminución de los vertimientos puntuales, contaminación del caño san Ignacio por residuos sólidos y vertidos líquidos de 3 puntos aledaños al sitio y la optimización de los STAR.

Se recomienda a la empresa de servicios públicos de Curumani, seguir con la gestión y mantener su compromiso en la realización del estudio, diseño e implementación de obras para el mejoramiento de la cobertura de alcantarillado y eficiencia de los sistemas de tratamiento, logrando favorecer a las comunidades que requieren de este servicio y ayudar a mitigar las alteraciones y los impactos negativos que afectan al caño y al ambiente urbano.

Cabe resaltar que los STAR presentan deficiencias en las estructura ya que el perímetro de las lagunas no cuenta con vigilancia ni encerramiento, permitiendo el paso de animales y personas.

Las compuertas del sistema se encuentran condenadas impidiendo el cierre de estas en caso de emergencias o cuando colapse el servicio.

Mantener la limpieza, mantenimiento, tratamiento y arreglo de las lagunas que mejore el embellecimiento paisajístico y control de olores.

Los lodos provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales deberán ser aprovechados por parte de la empresa como mejorador de suelos en los predios de las lagunas de oxidación en un plan de revegetalizado por su alto contenido de materia orgánica y nutriente como nitrógeno y fosforo.

Manejo de espumas: Iniciar campañas del uso de detergentes biodegradables y uso de un paquete biotecnológico de bacterias, para disminuir la presencia de espumas en el efluente. Según lo estipula el RAS 2000 Titulo E la presencia de espumas se puede contrarrestar mediante un tratamiento con cal para controlar la acidez de los lodos.

Continuar con la gestión por parte de la empresa y la administración municipal para solicitar ayuda nacional y departamental por medio de fondos y subsidios para continuar con la ampliación y optimización de la red de alcantarillado, logrando llevarla hasta los barrios y sitios con los que estos no cuentan.

### **3.3.2. Organización de reunión con el departamento operativo con la finalidad de presentar la propuesta de alternativas para la reducción de las cargas contaminantes de los vertimientos.**

Para la realización de la mesa de trabajo fue necesario convocar a la gerente Nurys Arévalo, el jefe operativo Luis Carlos Robles, el ingeniero y gestor ambiental John Cesar Duran Royero, el jefe de control interno Alejandro Palma, el ingeniero Gonzalo Cervantes Padilla y el pasante Eder David Díaz López. Esta actividad se llevó a cabo en la empresa de servicios públicos para socializar los temas a tratar con respecto a la disminución de vertimientos puntuales, el manejo eficiente de los STAR y la contaminación del caño San Ignacio.

Esta iniciativa se crea para comprometer a la empresa, a la administración municipal y a los entes de control en el cumplimiento de algunas de las obligaciones impuestas dentro del plan de saneamiento y manejo de vertimientos.

Dichas obligaciones a cumplir, serian la implementación de obras de construcción de canales colectores de aguas residuales, optimización de las STAR, el pago de la tasa retributiva, la ampliación de la red de alcantarillado para contribuir a la disminución de los vertimientos puntuales sobre el caño san Ignacio, que actualmente cuenta con 3 puntos.

Es responsabilidad y labor de la empresa de servicios públicos junto con el municipio diseñar y ejecutar obras de recolección de aguas pluviales mediante la ejecución de proyectos de alcantarillado pluvial o combinado existiendo ya problemas de drenaje de las aguas lluvias.

Se deben implementar programas de mantenimiento preventivo y reparación de redes de alcantarillado sanitario y ampliación del mismo.

Se deben proyectar obras dirigido a la corrección de conexiones erradas, construcción de interceptores de aguas residuales y reparación y/o construcción de aliviaderos.

Ejecutar obras de mantenimiento y reparación de las lagunas ya que se encuentran sedimentadas y colmatadas, disminuyendo su eficiencia y capacidad de carga.

Adelantar campañas de socialización del PSMV.



<p>2. Realizar un diagnóstico del caño San Ignacio como fuente receptora de vertimientos puntuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Información de la situación actual y anterior, referente al caño San Ignacio (descripción general del área de estudio).</li> <li>- Acompañamiento en la caracterización de las aguas del caño San Ignacio 100 metros arriba, 100 metros abajo y en el punto de vertimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.</li> </ul>																		





## DIAGNOSTICO FINAL

Con la evaluación del índice de calidad del agua del caño san Ignacio como fuente receptora del sistema de tratamiento de aguas residuales en el casco urbano del municipio de Curumani, cesar, se busca presentar un buen manejo y tratamiento de las aguas residuales y remoción de materia orgánica, DBO, DQO y por lo tanto el control de la calidad de los vertidos; minimizando así los impactos ambientales negativos al cuerpo receptor y zonas aledañas.

Con la realización de este proyecto se busca que todos los impactos negativos generados por los vertimientos debido a la falta de cobertura de alcantarillado, se minimicen y se puedan establecer medidas favorables, teniendo en cuenta la responsabilidad de cada ser humano y su compromiso con el medio ambiente.

Mi aporte como pasante de ingeniería ambiental fue de gran apoyo para la empresa Gestipro Ltda., ya que aporta mejoramiento al territorio Curumanilencos y a la empresa de servicios públicos (ACUACUR), siendo esta la encargada de realizar todos los procedimientos de los STAR (sistema de tratamiento de aguas residuales) la cual presentaba falencias en el proceso de limpieza de dos lagunas y en el PSMV (Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos) el cual no se encontraba actualizado, por lo tanto incumplía en sus obligaciones.

## CONCLUSIONES

Con la culminación de este proyecto se logró el cumplimiento de los objetivos impuestos en el proceso de la pasantía, resaltando todas las acciones y medidas de minimización y prevención de estrategias para el control de los vertimientos puntuales y la disminución de los vertimientos puntuales sobre el caño san Ignacio en el municipio de Curumani cesar.

Al analizar opciones de minimización y prevención viables de aplicar en la zona de expansión, considerando aspectos económicos, técnicos, sociales y ambientales, se encuentra que es factible la implementación de aparatos de bajo consumo y la incorporación de fuentes alternas como las aguas grises y las aguas lluvias. El estudio demuestra que las deficiencias en el sistema y en la remoción de cargas contaminantes, no se deben acciones mecánicas ni físicas del sistema, sino al inadecuado manejo y operación de las mismas por sus administradores. Se comprobó que los porcentajes de remoción en carga de los parámetros DBO, DQO, SST y grasas y aceites cumplen con lo establecido en el decreto 1594/84 y la resolución 0631 del 2015. De esta forma también se pudo evaluar la eficiencia de remoción de DBO, SST y Grasas y Aceites en el sistema de tratamiento y al mismo tiempo proporcionando un punto de referencia para futuras investigaciones.

En la aplicación de estas estrategias implica una disminución del impacto generado por esta área a los recursos hídricos asociado a la menor demanda de agua potable y a la reducción de aporte de carga contaminante implicando efectos positivos al ambiente. Las estrategias de minimización y prevención representan beneficios económicos, ya que al analizar la relación costo beneficio se encuentra ahorros considerables en pago de servicios públicos por los usuarios y en disminución del requerimiento de inversión inicial en redes

externas de acueducto, alcantarillado y sistemas de bombeo y tratamiento de aguas residuales, haciendo económicamente factible la implementación de esta propuesta.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa de servicios públicos y a la administración municipal continuar con la voluntad y mantener su compromiso con las personas afectadas que no cuentan con el servicio de alcantarillado, cumpliéndoles la promesa de ampliar la cobertura de la red hasta llegar a sus hogares.

Gestionar recursos ante el gobierno departamental y nacional para el mejoramiento de redes sanitarias existentes, colectores, aliviaderos, canales de aguas lluvias y el emisario final que en algunos tramos se encuentran deteriorado.

Implementar proyectos de recuperación de la cuenca del afluente afectado y consolidar estrategias de ampliación de rutas en conjunto con la empresa de aseo BIOGER, para la recolección de basuras en las zonas aledañas al caño.

Seguir con el manejo y limpieza de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, realizar batimetría (medición de lodos) en promedio cada 2 años, para mantener la eficiencia de las lagunas que hasta el momento se encuentra en un 83% cumpliendo con lo estipulado en la norma nacional colombiana.

Se debe considerar que la implementación de estrategias de minimización y prevención, puede generar aún mayor viabilidad si se considera que los estimativos de costos y beneficios se realizaron a nivel perfil. Además es necesario llevar a cabo la evaluación socio económica, que vincule otros beneficios y servicios eco sistémicos.

## REFERENCIA

- CASTRO, S. A. (23 de Abril de 2016). Demanda biológica de oxígeno DBO. . Recuperado el 07 de Marzo de 2017, de Demanda biológica de oxígeno DBO.: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/términos/DBO>. P 45
- cuidoelagua.org. (2009). Recuperado el 13 de 11 de 2016, de <http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/aguasresiduales.html>
- Eddy, M. y. (2004). Ingeniería de aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización. Bogota: Labor 1979.
- ESP, E. d. (2014). Manual de funciones de la empresa de servicios públicos E.S.P de Curumani - Cesar. Por medio del cual se establecen las funciones y requisitos mínimos para el desempeño de los funcionarios de la Empresa de Servicios Públicos de Curumani ESP. Bogota: funciones y requisitos mínimos para el desempeño de los funcionarios.
- HERNANDEZ, J. (22 de Abril de 2016). ¿Qué son las aguas residuales? . Recuperado el 09 de Marzo de 2017, de ¿Qué son las aguas residuales? : <http://www.cuidoelagua.org/empapate /aguaresiduales/aguasresiduales.html>. p. 134
- IDEAM. (18 de Julio de 2016). Toma de muestras para aguas residuales. Recuperado el 08 de Abril de 2017, de Toma de muestras para aguas residuales: [http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma\\_Muestras\\_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428](http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428). p. 34
- Isabel, Z. d. (2014). Curumani historia y realidad de un municipio. Bogota: Lealon 1999.
- MARTINEZ, F. (22 de Abril de 2016). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades. Recuperado el 14 de Marzo de 2017, de Tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades.: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19117/Capitulo4.pdf> P. 35
- Ministerio de Ambiente, V. y. (2004). Guía metodológica para la Formulación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimiento – PSMV. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Valledupar,Cesar: Guía metodológica para la Formulación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimiento .

- MUÑOS, I. (23 de Abril de 2016). Solidos suspendidos totales SST. Recuperado el 15 de Marzo de 2017, de Solidos suspendidos totales SST.: [http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis\\_De\\_Aguas/Determinacion\\_de\\_SST.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_SST.htm) del 2016] p. 46
- OSORIO, P. (23 de Abril de 2016). Protocolo para toma de muestras de aguas residuales. Recuperado el 02 de Abril de 2017, de Protocolo para toma de muestras de aguas residuales.: [http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Protocolo\\_para\\_Toma\\_de\\_Muestras\\_de\\_Aguas\\_Residuales.pdf](http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Protocolo_para_Toma_de_Muestras_de_Aguas_Residuales.pdf) p.123
- Pérez., S. S. (2004). Resolución 1433 de 2004, por el cual se reglamenta el artículo 12 del decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y manejo de Vertimientos; emitido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogota: Resolución 1433 de 2004, por el cual se reglamenta el artículo 12 del decreto 3100 de 2003.
- Pérez., S. S. (2016). Resolución 2145, por el cual se modifica parcialmente la resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – “PSMV”. Bogota: PSMV.

## APENDICE

Apéndice 1. FORMATO ORIGINAL. Certificado de análisis fisicoquímico y microbiológico  
2°do semestre de 2016. LABORATORIO NANCY FLOREZ GARCIA.



Cod:RO-104 Ver:03 del 19 de Noviembre de 2016

CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO N° LF10158



**INFORMACION DEL CLIENTE**  
EMPRESA : ACUACUR E.S.P  
DIRECCION: CR 16 7 32  
CONTACTO : MILENA QUEROZ  
CARGO : BACTERIOLOGA PTAP

NIT/CC : 800239720-4  
CIUDAD : CURUMANI - CESAR  
TELEFONO: 5751251

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL  
LUGAR DE MUESTREO: CURUMANI (CESAR)  
PUNTO DE MUESTREO: ENTRADA DE STAR LAGUNA  
CODIGO : 150917046  
LOTE : N.A  
REGISTRO INVIMA: N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
PLAN DE MUESTREO: N.S  
PROCED. DE MUESTREO: N.S

MUESTREO : 18/09/2016  
RECEPCION : 18/09/2016  
INICIO ENSAYOS: 18/09/2016  
FINAL ENSAYOS : 24/09/2016  
INFORME : 25/09/2016

**DATOS ADICIONALES DE LA MUESTRA :**  
ID CLIENTE: N.S

HORA:10:00

### RESULTADO

ANALISIS	METODO	ESPECIFICACION	RESULTADO
(A) Sólidos Suspendidos Totales mg/L	SM 2540 D	Remoción >80% Carga	348
(A) DBO5 mg O2/L	SM 5210 B	Remoción >80% Carga	284
(A) DQO mg O2/L	SM 5220 C	N.R	444
(A) Nitritos mg NO2/L	SM 4500-NO2 B	N.R.	<0,020
(A) Grasas y Aceites mg/L	SM 5520 B	Remoción >80% Carga	80,5
(A) Nitrogeno Total mg N/L	SM 4500-Norg B SM 4500-NH3 B,C	N.R	48,1
(A) Fosforo Total mg P/L	SM 4500-P B,E	N.R	1,53

**NOTA:**

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

-N.R: Parametro no requerido por la especificación.

Normatividad de referencia para la Especificación Decreto 1594 de 1984 Articulo 72 del Ministerio de agricultura.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproduccion parcial de este documento sin autorizacion expresa del laboratorio.

Revisó   
JONATAN GONZALEZ  
Jefe de Analisis Fisicoquimica  
Copiado:JGM

Fin de Informe

Aprobó   
YECITH SANGUINO PUELLO  
Coordinador de Fisicoquimica  
Pagina 1 de 1

Teléfonos: (5) 5842072 Fax : 5703920 - 314 506 0908 E-mail: alimentos@labnancyflorez.com  
Carrera 15 No. 13C - 72 Esquina - Valledupar



Cod:RO-104 Ver:03 del 19 de Noviembre de 2016



CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO N° LF10159

**INFORMACION DEL CLIENTE**  
 EMPRESA : ACUACUR E.S.P  
 DIRECCION: CR 16 7 32  
 CONTACTO : MILENA QUIROZ  
 CARGO : BACTERIOLOGA PTAP

NIT/CC : 800239720-4  
 CIUDAD : CURUMANI - CESAR  
 TELEFONO: 5751251

**INFORMACION DE LA MUESTRA**  
 NOMBRE : AGUA RESIDUAL  
 LUGAR DE MUESTREO: CURUMANI (CESAR)  
 PUNTO DE MUESTREO: SALIDA DEL STAR LAGUNA  
 CODIGO : 150917047  
 LOTE : N.A  
 REGISTRO INVIMA: N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
 PLAN DE MUESTREO: N.S  
 PROCED. DE MUESTREO: N.S

MUESTREO : 18/09/2016  
 RECEPCION : 18/09/2016  
 INICIO ENSAYOS: 18/09/2016  
 FINAL ENSAYOS : 24/09/2016  
 INFORME : 25/09/2016

**DATOS ADICIONALES DE LA MUESTRA :**  
 ID CLIENTE: N.S

HORA:10:15

**RESULTADO**

ANALISIS	METODO	ESPECIFICACION	RESULTADO
(A) Sólidos Suspendidos Totales mg/L	SM 2540 D	Remoción >80% Carga	83,0
(A) DBO5 mg O2/L	SM 5210 B	Remoción >80% Carga	50,2
(A) DQO mg O2/L	SM 5220 C	N.R	167
(A) Nitritos mg NO2/L	SM 4500-NO2 B	N.R.	0,200
(A) Grasas y Aceites mg/L	SM 5520 B	Remoción >80% Carga	<15,0
(A) Nitrogeno Total mg N/L	SM 4500-Norg B SM 4500-NH3 B,C	N.R	22,1
(A) Fosforo Total mg P/L	SM 4500-P B,E	N.R	0,866

**NOTA:**

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.R: Parametro no requerido por la especificación.

Normatividad de referencia para la Especificación Decreto 1594 de 1984 Articulo 72 del Ministerio de agricultura.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.


Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproduccion parcial de este documento sin autorizacion expresa del laboratorio.

Revisó   
 JONATAN GONZALEZ  
 Jefe de Análisis Físicoquímica  
 Copiado:JGM

Fin de Informe

Aprobó   
 YECITH SANGUINO PUELLO  
 Coordinador de Físicoquímica  
 Pagina 1 de 1

Apéndice 2. FORMATO ORIGINAL certificado de análisis fisicoquímico y microbiológico 1ºer semestre de 2017 LABORATORIO NANCY FLOREZ GARCIA.



COD: RO-104 Ver: 04 del 15 de Febrero de 2017

CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUÍMICO Y/O MICROBIOLÓGICO  
N° 711

**INFORMACION DEL CLIENTE**

EMPRESA : ACUACUR ESP  
DIRECCION : CR 16 # 7 - 32  
CONTACTO : YALEXI LOPEZ  
CARGO : BACTERIOLOGA

NIT : 800239720  
CIUDAD : CURUMANI  
TELEFONO : 3217240806

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA  
LUGAR DE MUESTREO : QUEBRADA SAN PEDRO  
PUNTO DE MUESTREO : ENTRADA AGUAS ARRIBA STAR  
CODIGO : 160320646 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
LOTE : N.A PLAN DE MUESTREO : N.S  
REGISTRO INVIMA : N.A PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 04:00 p.m.  
MUESTREO : 15/03/2017  
RECEPCION : 16/03/2017  
INICIO ENSAYOS : 16/03/2017  
FINAL ENSAYOS : 30/03/2017  
INFORME : 04/04/2017

ANALISIS	METODO - TECNICA	ESPECIFICACION	RESULTADO
DBO5 mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	Remoción >80% Carga	148
DQO mg O2/L (A)	SM 5220 C - Titulométrico	N.R	269
Grasas y Aceites mg/L (A)	SM 5520 B - Partición liquido - liquido	Remoción >80% Carga	22.5
pH (25,0 °C) U de pH (A)	SM 4500-H+ B - Electrométrico	5,0-9,0	7,86
Sólidos Suspendidos mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico	Remoción >80% Carga	117
Sólidos Totales mg/L (A)	SM 2540 B - Gravimétrico	N.R	908
Temperatura °C (A)	SM 2550 B - Electrométrico	<40°C	25,0
Nitratos mg NO3/L (A)	J Rodier, 3ra Ed. 1998 - Fotométrico	N.R	<0,886
Nitritos mg NO2/L (A)	SM 4500-NO2 B - Fotométrico	N.R	<0,020
Nitrógeno Total mg N/L (A)	SM 4500-Norg B / SM 4500-NH3 B,C - Volumétrico	N.R	38.3
Escherichia coli NMP/100 mL (A)	SM 9223 D - Sustrato definido	N.R	1986,3x10 <sup>4</sup>

Especificación: DECRETO 1594 ART 72

**NOTA :**

La muestra no cumple con los parámetros de la especificación.

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación  
(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marcaque verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

**REVISÓ**

  
**JONATAN GONZALEZ**  
Jefe de Análisis Fisicoquímica

  
**VALERIA TRÉSPALACIOS**  
Analista de Microbiología

**APROBÓ**

  
**YECITH SANGUINO**  
Coordinador de Fisicoquímica

  
**LOANA ARAUJO**  
Coordinadora de Laboratorio

Fin de Informe

COD: RO-104 Ver: 04 del 15 de Febrero de 2017

CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUÍMICO Y/O MICROBIOLÓGICO  
 N° 712

**INFORMACION DEL CLIENTE**

EMPRESA : ACUACUR ESP  
 DIRECCION : CR 16 # 7 - 32  
 CONTACTO : YALEXI LOPEZ  
 CARGO : BACTERIOLOGA

NIT : 800239720  
 CIUDAD : CURUMANI  
 TELEFONO : 3217240806

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA  
 LUGAR DE MUESTREO : QUEBRADA SAN PEDRO  
 PUNTO DE MUESTREO : SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO  
 CODIGO : 160320647 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
 LOTE : N.A PLAN DE MUESTREO : N.S  
 REGISTRO INVIMA : N.A PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 05:00 p.m.  
 MUESTREO : 15/03/2017  
 RECEPCION : 16/03/2017  
 INICIO ENSAYOS : 16/03/2017  
 FINAL ENSAYOS : 30/03/2017  
 INFORME : 04/04/2017

ANALISIS	METODO - TECNICA	ESPECIFICACION	RESULTADO
DBO5 mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	Remoción >80% Carga	84,2
DQO mg O2/L (A)	SM 5220 C - Titulométrico	N.R	181
Grasas y Aceites mg/L (A)	SM 5520 B - Partición líquido - líquido	Remoción >80% Carga	11.3
pH (25,2 °C) U de pH (A)	SM 4500-H+ B - Electrométrico	5,0-9,0	7,39
Sólidos Suspendidos mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico	Remoción >80% Carga	66.7
Sólidos Totales mg/L (A)	SM 2540 B - Gravimétrico	N.R	865
Temperatura °C (A)	SM 2550 B - Electrométrico	<40°C	25,2
Nitratos mg NO3/L (A)	J Rodier, 3ra Ed. 1998 - Fotométrico	N.R	<0,886
Nitritos mg NO2/L (A)	SM 4500-NO2 B - Fotométrico	N.R	<0,020
Nitrógeno Total mg N/L (A)	SM 4500-Norg B / SM 4500-NH3 B,C - Volumétrico	N.R	28.4
Escherichia coli NMP/100 mL (A)	SM 9223 D - Sustrato definido	N.R	275,5x10 <sup>3</sup>

Especificación: DECRETO 1594 ART 72

**NOTA :**

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

La muestra no cumple con los parámetros de la especificación.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marcaque verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

**REVISÓ**

  
**JONATHAN GONZALEZ**  
 Jefe de Análisis Físicoquímica

  
**VALERIA TRESPALACIOS**  
 Analista de Microbiología

**APROBÓ**

  
**YECITH SANGUINO**  
 Coordinador de Físicoquímica

  
**LOANA ARAUJO**  
 Coordinadora de Laboratorio

Fin de Informe

Apéndice 3. Registro fotográfico de la socialización con la comunidad 100 metros abajo del punto de vertimiento.

