

Informe final pasantía

**Empresa Comunitaria de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Saravena – Arauca
(ECAAAS – E.S.P.)**

Pasante:

Laura Paola Zárate Amaya

Docente UNAD: Ingeniera Guisett Adelina Gómez

Asesora Interna – CEAD Sogamoso

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Ingeniería Ambiental

Saravena, Arauca

Febrero 28 de 2020

Tabla de Contenido

1. TÍTULO	3
2. RESUMEN EJECUTIVO	3
3. INTRODUCCIÓN	4
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	5
5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS, RELACIONANDO LOS PRODUCTOS OBTENIDOS	7
5.1. Elaboración del diagnóstico técnico del sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR), mediante la revisión de material bibliográfico.	7
5.1.1. Tratamiento Preliminar.....	10
5.1.2. Tratamiento Primario	13
5.1.3. Tratamiento Secundario	14
5.1.4. Tratamiento Terciario.....	15
5.1.5. Registro de Caudal Mensual STAR	17
5.2. Ejecución de salidas a campo para evaluar y monitorear el estado actual del Sistema de Tratamiento (STAR).	18
5.3. Implementación del monitoreo de aguas residuales en la entrada y salida del sistema de tratamiento de aguas residuales.	30
5.4. Análisis de resultados del muestreo de agua efectuado al Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) del Municipio de Saravena.	32
5.4.1. Análisis de Resultados	33
5.5. Apoyo al programa de capacitación ambiental.....	33
5.6. Planteamiento del plan de mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR).....	34
5.6.1. Tuberías de Distribución y Accesorios Generales del Sistema.....	34
5.6.2. Rejilla 1 y 2	35
5.6.3. Desarenador.....	35
5.6.4. Lagunas	35
5.6.5. Canaleta Parshall 1 y 2	36
6. CONCLUSIONES	37
7. RECOMENDACIONES	39
8. BIBLIOGRAFÍA.....	41
9. ANEXOS.....	42

1. TÍTULO

Análisis y Estado de Funcionamiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la
Empresa ECAAAS – E.S.P. de Saravena

2. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe se orienta hacia el análisis y estado de funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR) de la empresa ECAAAS E.S.P, perteneciente al municipio de Saravena; el cual, se encuentra constituida por lagunas de estabilización con tratamiento preliminar, primario, secundario y terciario, que ha operado por 20 años; demarcando la importancia de encontrar un ecosistema ambientalmente sostenible que minimice la problemática de los vertimientos y contaminación a los cuerpos de agua.

Así mismo, para mantener un seguimiento a las condiciones operativas del sistema de tratamiento se verificó durante una serie de visitas las condiciones estructurales de cada proceso con sus respectivas observaciones. Posteriormente, se implementó un monitoreo de aguas residuales en la STAR, que evidenció la eficiencia de remoción mediante los resultados obtenidos para los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos.

Así que, en pro de fomentar la operación integral y activa del sistema de tratamiento, se efectuó la implementación de un plan de mejoramiento para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos generados por las aguas servidas, encontrados durante el análisis y evaluación del sistema; acciones que procuran obtener un progreso positivo en las reacciones biológicas y fisicoquímicas en un periodo a largo plazo.

3. INTRODUCCIÓN

Este informe compromete las actividades estipuladas para realizar el “Análisis y Estado de Funcionamiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Empresa ECAAAS – E.S.P. de Saravena”. Es por ello que se efectuaron varias actividades dónde se tiene en cuenta la caracterización física de las estructuras que hacen parte del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) del municipio de Saravena con la ayuda de material bibliográfico e información primaria presente en la empresa. Así mismo, se proporcionó un diagnóstico técnico de cómo se encuentra operando el sistema de tratamiento mediante visitas a campo realizadas. Además, se efectuó el muestreo de aguas residuales del sistema de tratamiento, siendo, un procedimiento importante que tiene como propósito verificar si la calidad del recurso cumple con las condiciones para los usos requeridos, con la determinación de las tendencias de la calidad del ambiente acuático y como éste se ve afectado por el vertimiento de contaminantes originados por actividades humanas, con la estimación de los flujos de contaminantes y nutrientes vertidos a los ríos o aguas subterráneas, lagos y océanos.

Esta problemática requiere de manera urgente la mitigación de contaminantes en el agua para tener un control, custodiando la conservación y preservación del medio ambiente; por lo tanto, se verificó el funcionamiento operativo del sistema, comparando y analizando los resultados proporcionados por el laboratorio encargado de estudiar las muestras, con el objetivo de garantizar una depuración significativa de las variables microbiológicas y fisicoquímicas como (coliformes totales, coliformes, coliformes Termotolerantes, Escherichia coli, DBO5, DQO, fósforo reactivo total, fósforo total, grasas y aceites, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, nitrógeno total y pH). Posteriormente, se

realizarán propuestas de mejoramiento para el sistema de tratamiento de aguas residuales con el fin de optimizar los tratamientos físicos y mantenimiento de la misma.

Así mismo, la importancia de realizar esta pasantía es adquirir habilidades y conocimientos esenciales, enfrentando a nuevas competencias profesionales y retos laborales, tales como la evaluación del sistema de tratamiento, fomentar alternativas e incentivar conscientemente el buen uso del sistema de alcantarillado y el uso racional del agua, promoviéndose ya sea a corto, mediano y largo plazo; con la finalidad de crear conciencia y cultura ambiental en los habitantes del municipio de Saravena - Arauca.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para realizar el análisis y estado de funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio de Saravena – Arauca (STAR), se describen las siguientes actividades:

ACTIVIDAD 1. Revisión de material bibliográfico del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Saravena – Arauca.

Para verificar el estado actual del sistema, se implementó una revisión del material bibliográfico existente a cerca de los principios de operación de las lagunas bajo las normas actuales, donde se estudió si el sistema cumple o no con los estándares básicos para su funcionamiento.

ACTIVIDAD 2. Visitas a campo.

Se realizó un total de 10 visitas a campo que permitieron establecer las condiciones de funcionamiento de cada fase del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, revisando las

características físicas de la infraestructura en la zona de entrada y salida; además de la caracterización del agua en cada uno de los procesos que contemplan el sistema de tratamiento tales como las rejillas, desarenador, canaleta Parshall de entrada; seguidamente por las 3 lagunas anaerobias, 2 facultativas y la de maduración, donde seguidamente se inspeccionó la canaleta Parshall de salida y el dissipador de energía la fuente receptora, es decir, la quebrada La Pava, ya que esta recibe todo el vertimiento.

ACTIVIDAD 3. Efectuar un monitoreo de aguas residuales en el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

La Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo (ECAAAS – E.S.P.), realizó bajo un cronograma de actividades, un monitoreo de aguas residuales en 5 puntos de muestreo distribuidos de la siguiente manera: Afluente (Parshall de Entrada), Salida del STAR (Vertimiento), 100 mts Arriba del Vertimiento, 100 mts Abajo del Vertimiento y 1000 mts Abajo del Vertimiento, que permitió comparar el agua residual en la salida del sistema hacia la fuente receptora; es decir, la valoración fisicoquímica y microbiológica del vertimiento en la quebrada La Pava, este monitoreo se efectuó el 9 de diciembre de 2019 para verificar como se encuentra trabajando el sistema.

ACTIVIDAD 4. Análisis de resultados.

Para este ítem se obtuvieron los resultados del monitoreo realizado en diciembre del año 2019, en el que se desarrolló una comparación de la funcionalidad actual de los procesos de cada fase del sistema, donde se caracterizó el porcentaje de remoción de los parámetros ambientales y microbiológicos del agua residual durante un periodo de tiempo determinado. Posteriormente se especificaron los resultados obtenidos del STAR, que demostraron las condiciones de operación,

abarcando tanto la entrada como la salida del sistema y la fuente receptora; y así se dio un diagnóstico en cuanto a la remoción de carga contaminante del agua residual para cada proceso y su posterior funcionamiento. Además de eso, se identificó las posibles afectaciones que puede presentar la infraestructura que compone la STAR, entre ellos: (Rejillas, Desarenador, Válvulas, Regletas, Canales, etc.)

ACTIVIDAD 5. Propuestas para el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales

Teniendo los resultados y las observaciones del sistema, se formuló un plan de mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales donde se tuvo en cuenta cada una de las observaciones encontradas durante la ejecución del proyecto. Además de esto, se manifestó metodologías o actividades que concienticen el buen uso del alcantarillado minimizando la contaminación del agua.

5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS, RELACIONANDO LOS PRODUCTOS OBTENIDOS

5.1. Elaboración del diagnóstico técnico del sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR), mediante la revisión de material bibliográfico.

Como primera medida se efectuó la revisión de informes, planos, diseños, documentos, memorias descriptivas y registros sobre el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, donde se dio a conocer los principios de funcionamiento y operación del sistema.

Se estudió el diseño y la descripción del Sistema de Tratamiento, del cual consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que poseen la capacidad de remover contaminantes presentes en el agua, además de asegurar la protección del medio ambiente por brindar un proceso de tratamiento de aguas residuales y poder recuperar la limpieza de los

ecosistemas, llevándolos a condiciones óptimas. También, se verificaron los 5 puntos de muestreo, dónde se realizó el monitoreo y se especificó los componentes del sistema como se muestra en la **Ilustración 1. Vista de Planta STAR.**

Así mismo, gracias a la información recolectada, se pudo realizar el diagnóstico técnico dónde se obtuvo lo siguiente:

El Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales STAR ocupa un área de 24 hectáreas, ubicado al Oriente del casco urbano, en las veredas Madre vieja y Puerto Arturo, por la vía que conduce a Arauca, a la altura del batallón, sobre la margen izquierda de la Quebrada la Pava, quien recibe las aguas tratadas después de someterse al tratamiento por medio de lagunas de estabilización. El sistema de tratamiento de aguas residuales posee tres componentes preliminares, primarios y secundarios. El tratamiento de aguas residuales está compuesto por dos sistemas paralelos de lagunas de estabilización, el primer sistema construido en el año de 1998 impermeabilizado con arcilla y un segundo sistema construido recientemente año 2011 impermeabilizado con geomembrana.

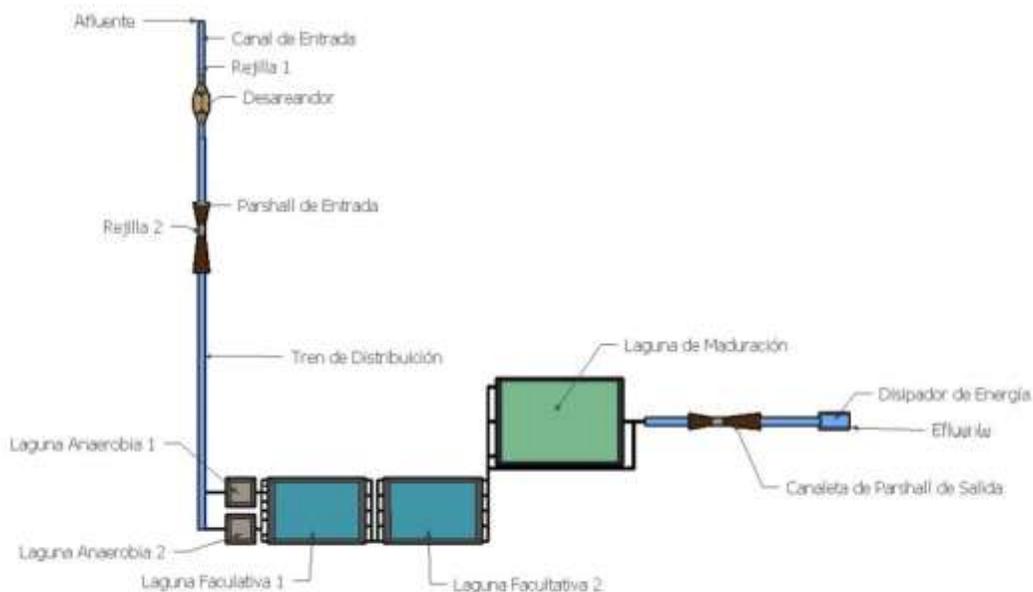


Ilustración 1. Vista de Planta STAR

Fuente: Autoría Propia

La planta cuenta con un canal de entrada con rejillas donde se retiene material sólido grueso, un desarenador con dos cámaras en donde se remueven partículas inorgánicas mediante sedimentación simple y luego una estructura de aforo (canaleta Parshall); posteriormente se realiza el tratamiento primario que consiste en cinco Lagunas anaerobias; cuyos efluentes son conducidas por un canal al sistema de tratamiento secundario que consiste en dos Lagunas facultativas en serie, dos por cada tren, realizando posteriormente el tratamiento final de desinfección mediante una sola laguna de Maduración, efluentes que finalmente son conducidos hacia la descarga en la fuente receptora denominada “Quebrada La Pava”. (*Ver Ilustración 2. Vista Satelital STAR*)



Ilustración 2. Vista Satelital STAR

Fuente: Google Maps 2020

Las aguas residuales que llegan al sistema de tratamiento, son conducidas a un dispositivo de medición “Canaleta Parshall” (*Ver Fotografía 4*). dotado con una rejilla inclinada a 45° para la retención de sólidos gruesos (*Ver Fotografía 2*), distribuyendo el caudal a las tres lagunas anaerobias (*Ver Fotografía 6*), por medio de un canal rectangular en concreto armado de 1.70 x 1.50 m, con una longitud de 70 metros, interconectado a tres vertederos de control que descargan por medio de tres conductos circulares de 24” de diámetro. De las lagunas anaerobias el efluente sale a través de un vertedero de control similar al de la entrada hacia la primera laguna facultativa (*Ver Fotografía 7*). El mismo mecanismo se dispuso entre la segunda laguna facultativa y la laguna de maduración permitiendo así regular el nivel de agua en ellas y eventualmente vaciarlas para un posterior mantenimiento.

5.1.1. Tratamiento Preliminar

1. Canal de Entrada: El ingreso del agua residual a la planta se realiza por medio de un canal de concreto de sección rectangular de 1,20 m de ancho por 2 m de alto, recubierto por laminas prefabricadas removibles del mismo material, tiene una pendiente longitudinal menor al 1% y una longitud de 11 m, canal que entrega el agua residual cruda a la rejilla de cribado. (*Ver Fotografía 1*).

Fotografía 1. Canal de Entrada



Fuente: Autoría Propia

2. Rejillas: Para la retención de sólidos gruesos se hace a través de una rejilla metálica de limpieza manual que se encuentra inserta en el canal de entrada, con un ángulo de inclinación con respecto a la horizontal de 45° , con barras circulares con un coeficiente de forma (β) = 1,79; estructura que dispone en la parte superior de una plataforma metálica que permite el acceso del operador para la limpieza de la rejilla (*Ver fotografía 2*).

Fotografía 2. Rejilla Fase I



Fuente: Autoría Propia

3. Desarenador: : Esta localizado en el sentido del flujo después de la rejilla, presenta dos cámaras de desarenado de flujo horizontal y sección transversal tipo trapezoidal, donde quedan retenidas las arenas y las partículas inertes más pesadas; se encuentra dotado por compuertas rectangulares para el control de caudal ubicadas a la entrada y salida; compuertas de hierro fundido deslizantes, accionando por volante y vástago, operados desde la torre de maniobra, dispuestas en la parte superficial de las unidades, los cuales no funcionan de manera adecuada por falta de mantenimiento, lo que significa que el flujo pasa de manera simultánea por las dos cámaras. (*Ver Fotografía 3*).

Fotografía 3. Desarenador



Fuente: Autoría Propia

4. Sistema de aforo de entrada: Aguas abajo del desarenador, continua el flujo hasta el canal de aproximación de 23 m, dotado por una estructura con dos rejillas que pertenecían al tren antiguo y con los nuevos diseños del año 2011, (*Ver Fotografía 4*), seguidamente el flujo converge en un medidor de flujo, denominado canaleta Parshall de $W = 1 \text{ pie} = 12''$, que permite aforar el agua residual que ingresa al sistema. La canaleta es de concreto reforzado tiene una reglilla para medición de caudales.

Fotografía 4. Rejillas antes de la Parshall de Entrada



Fuente: Autoría Propia

5. Canal de Aducción: Las aguas residuales una vez salen de la Parshall, llegan al sistema primario por medio de un canal rectangular que distribuye el caudal de aguas residuales al

sistema de lagunas, canal en concreto armado que en el primer tramo tiene 1,70 m de alto por 1,50 m de ancho y con una longitud de 70 m que distribuye el flujo de agua a tratar en el tren antiguo de lagunas, canal que esta interconectado a tres vertederos de control que descargan por medio de tres conductos de 24” de diámetro el afluyente en cada una de las tres lagunas anaeróbicas; en el segundo tramo del canal es de 1,20 m de ancho por 1,15 m de altura, que distribuye el caudal mediante una flauta compuesta por dos tuberías de reparto que descargan en las dos lagunas anaerobias. (*Ver Fotografía 5*).

Fotografía 5. Canal de Aducción



Fuente: Autoría Propia

5.1.2. Tratamiento Primario

1. Lagunas Anaerobias: Para el tratamiento primario se cuenta con un primer sistema dotado de tres lagunas anaerobias con dimensiones 45 metros de largo por 22.5 metros de ancho, una profundidad de 4.0 metros, con taludes 1,2 en un área de 3037.5 metros cuadrados. Este sistema posee un caudal de diseño de 130 L/s. Este sistema se encuentra en términos generales en buen estado, se debe realizar la impermeabilización del terreno y mantenimiento a las compuertas

de operación. El segundo sistema impermeabilizado con geomembrana cuenta con dos lagunas anaerobias de 31.8 metros de largo por 31.9 metros de ancho por una profundidad de 4.0 metros, con taludes 2 m en un área de 6625 metros cuadrados. Este sistema posee un caudal de diseño de 115 L/s. En términos generales se encuentra en buen estado. Los dos sistemas suman un caudal de diseño de 245 L/s. (*Ver Fotografía 6*).

Fotografía 6. Lagunas Anaerobias



Fuente: Autoría Propia

5.1.3. Tratamiento Secundario

1. Lagunas Facultativas: El primer sistema cuenta con dos lagunas facultativas con dimensiones de 226.5 metros de largo por 113.3 metros de ancho cada una con una profundidad de 2 metros, en un área de 79,5 metros cuadrados con taludes 1:3. Con un caudal de diseño de 130 L/s. Este sistema se encuentra en términos generales en buen estado, se deben realizar la impermeabilización del terreno y mantenimiento a las compuertas de operación. El segundo sistema impermeabilizado con geomembrana cuenta con dos lagunas facultativas de 230 metros de largo por 76,5 metros de ancho por una profundidad de 2.0 metros, con taludes 3 m en un área de 55224 metros cuadrados, con un caudal de diseño de 115 L/s. En términos generales se encuentra en buen estado. (*Ver Fotografía 7*.)

Fotografía 7. Lagunas Facultativas



Fuente: Autoría Propia

5.1.4. Tratamiento Terciario

1. Laguna de Maduración: Estas lagunas reciben el efluente de lagunas facultativas.

Lagunas de maduración son unidades menos profundas (1.5 m) en comparación a las lagunas anteriores, estos sistemas exhiben una buena oxigenación a través del día en todo su volumen.

La población de algas es mucho más diversa comparada con las lagunas facultativas. Por lo tanto, la diversidad de algas incrementa de laguna en laguna a lo largo de la serie. Los principales mecanismos de remoción de patógenos y de Coliformes fecales en particular son gobernados por la actividad algas en sinergia con la fotooxidación. (*Ver Fotografía 8.*)

Fotografía 8. Laguna de Maduración



Fuente: Autoría Propia

2. Sistema de Aforo de Salida: La canaleta Parshall de salida de $W = 1 \text{ pie} = 12''$, que permite aforar el agua residual que ingresa al sistema. La canaleta es de concreto reforzado tiene una reglilla para medición de caudales. (*Ver Fotografía 9*).

Fotografía 9. Parshall de Salida Fase II



Fuente: Autoría Propia

3. Disipador de Energía: Un canal escalonado es un canal artificial inclinado, formado por escalones, Los escalones de un canal escalonado actúan como elementos rugosos, lo que conlleva, a que se presente un aumento en la fricción en el fondo del canal y una disminución de la energía residual al pie del canal. Por tanto, es un método eficiente para disipar la energía cinética del flujo. (*Ver Fotografía 10*).

Fotografía 10. Disipador de Energía



Fuente: Autoría Propia

4. Vertimiento (Quebrada La Pava): En el municipio de Saravena existe solo un punto de vertimiento de aguas residuales. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas N 06°58'09.3" y W 071°50'47.0", con una altitud de 210 m.s.n.m. El cuerpo receptor es la **Quebrada la Pava**, nace en la vereda Playas de Bojaba, hace su recorrido por la vereda la Pavita, La Pava y el área urbana del municipio de Saravena para luego desembocar en el río Banadía, en su trayecto el agua es utilizada para actividades agrícolas, ganaderas y pesca, así mismo aguas arriba hacia su nacimiento a la altura de la vereda la Pava es utilizada para fines recreativos. (*Ver Fotografía 11*).

Fotografía 11. Fuente Receptora



Fuente: Autoría Propia

5.1.5. Registro de Caudal Mensual STAR

Se hizo revisión del caudal mensual del Sistema de Tratamiento, el cual se obtiene mediante las canaletas Parshall (entrada y salida del sistema). En los registros digitales presentes en la base de datos, solo se tuvo en cuenta los 4 meses que duró la pasantía; es decir, desde el mes de noviembre del año 2019 hasta el mes de febrero de 2020. Se evidenció que el caudal promedio para el afluente es de 42,7 y para el efluente es de 35,3 l/s, ya que el límite establecido es de 45 l/s. (*Ver Tabla 1*). El caudal se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Q = 0,690H_a^{1,522}$$

De allí H_a es la altura medida en terreno en la lámina de agua y Q el caudal de afluente.

Tabla 1. Registro Caudal Mensual STAR

REGISTRO DE CAUDAL MENSUAL DEL STAR				
FECHA	CAUDAL (Q) AFLUENTE L/s	CAUDAL (Q) EFLUENTE L/sg	ESTADO DEL CLIMA	OBSERVACIONES
18/11/2019	44,5	42,1	DIA LLUVIOSO	EL AGUA PRESENTO CIERTO GRADO DE TURBIEDAD
20/12/2019	46,5	38,1	DÍA NUBLADO	EL AGUA ESTABA CON UN MINIMO DE TURBIEDAD
28/01/2020	40,4	31,2	DIA SOLEADO	EL AGUA ESTABA CLARA SIN PRESENCIA DE TURBIEDAD
17/02/2020	39,2	29,7	DIA SOLEADO	EL AGUA ESTABA CLARA SIN PRESENCIA DE TURBIEDAD
PROMEDIO	42,7	35,3	/	/

Fuente: Autoría Propia

5.2. Ejecución de salidas a campo para evaluar y monitorear el estado actual del Sistema de Tratamiento (STAR).

Se realizaron 10 visitas al Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, de las cuales cada salida programada se registró en un formato de bitácora diaria con la descripción de las observaciones encontradas en cada proceso del sistema; con el fin de evaluar el modo de operación y el conocimiento de cómo se encuentra conformado dicho sistema, las fechas de las visitas se relacionan en la Tabla 2, cumpliendo satisfactoriamente la proyección esperada.

Tabla 2. Fechas de las visitas a la STAR 2019 – 2020

FECHAS DE VISITAS A LA STAR	
Visita 1	Noviembre 9
Visita 2	Noviembre 16
Visita 3	Noviembre 23
Visita 4	Noviembre 30
Visita 5	Diciembre 7
Visita 6	Diciembre 14
Visita 7	Enero 10
Visita 8	Enero 24
Visita 9	Febrero 7
Visita 10	Febrero 20

Fuente: Autoría propia

5.2.1. Visita de Campo. En esta primera visita técnica de inspección, se hizo un recorrido a todo el sistema de tratamiento de aguas residuales con el fin de adquirir conocimiento y de paso evaluar el modo de operación del sistema; el cual se empezó por la rejilla 1, donde se encontró pocos residuos; seguidamente se hizo la revisión del desarenador dónde se evidenció la presencia de arena en los dos costados del proceso. Previamente se llegó hasta la canaleta Parshall 1 donde se ubica el otro sistema de rejillas que estaban sin rastro de residuos; así mismo, se revisó el canal de aducción donde se encuentra en perfectas condiciones; las lagunas anaerobias presentan un nivel medio de agua, pero con presencia de algunas natas en un costado. En la laguna Facultativa 1 se presencié una filtración tipo ballena generando una inflamación en la geomembrana que cubre la laguna, además de presentarse un color café en el agua. Para la laguna facultativa 2, se presencié el mismo color que en la facultativa 1 pero también presenta natas. Así mismo, se visitó la laguna de maduración, dónde se evidenció una leve capa de algas en la orilla de la laguna, mostrando un color verdoso. Luego, en la canaleta Parshall de salida un nivel de espuma mínimo, al igual que en el dissipador de energía llegando al vertimiento. (*Ver Ilustración 3*).

Ilustración 3. Evidencia Visita 1



Fuente: Autoría propia

5.2.2. Visita de Campo 2. En la segunda visita técnica de inspección, se hizo un recorrido a todo el sistema de tratamiento de aguas residuales de manera que se registró las eventualidades presentadas; el cual se empezó por la parte del canal de entrada estando en perfectas condiciones, previamente pasando por la rejilla de entrada donde no se encontraron residuos; luego se hizo la revisión del desarenador dónde se evidenció que no tiene acumulación de arena; así mismo, se notó que en la canaleta Parshall de entrada y dónde está el segundo sistema de rejillas también se encontró sin residuos; en cuanto a las lagunas anaerobias presentan un nivel medio de agua pero con presencia de algunas natas en un costado. En la laguna Facultativa 1 se sigue presenciando una filtración tipo ballena generando una inflamación en la geomembrana que cubre la laguna, además de presentarse un color café en el agua; posteriormente para la laguna facultativa 2, se presenció el mismo color que en la facultativa 1 pero en términos generales no presenta anomalías en el proceso con un nivel medio de agua. Después, se visitó la laguna de maduración, dónde se evidenció una leve capa de algas en la orilla de la laguna con color verde. Y, por último, en la canaleta Parshall de salida, se sigue presenciando un nivel de espuma mínimo, al igual que en disipador de energía llegando al vertimiento. (*Ver Ilustración 4*).

Ilustración 4. Evidencia Visita 2



Fuente: Autoría propia

5.2.3. Visita de Campo 3. En la tercera visita técnica de inspección, se hizo un recorrido a todo el sistema de tratamiento de aguas residuales para verificar el funcionamiento del STAR; que posteriormente se efectuó la revisión del canal de entrada, previamente pasando por la rejilla de entrada donde se encontraron evidencias mínimas de residuos; seguidamente se hizo la exploración del desarenador dónde se evidenció que presenta una mínima acumulación de arena; así mismo, se notó que en la canaleta Parshall de entrada y dónde está el segundo sistema de rejillas también se encontró evidencia diminuta de residuos. Luego se verificó que las lagunas anaerobias presentan un nivel medio de agua, pero sin presencia de natas. En la laguna Facultativa 1 se sigue presenciando una filtración tipo ballena en la geomembrana que cubre la laguna, además de presentarse un color rojizo en el agua; posteriormente para la laguna facultativa 2, se presenció el mismo color que en la facultativa 1 pero en términos generales no presenta anomalías en el proceso con un nivel medio de agua. Seguidamente, se visitó la laguna de maduración, dónde se evidenció una leve capa de algas en la orilla de la laguna con color verde, y, por último, se notó un nivel de espuma alto en la canaleta Parshall de salida hacia el dissipador de energía. (*Ver Ilustración 5*).

Ilustración 5. Evidencia Visita 3



Fuente: Autoría propia

5.2.4. Visita de Campo 4. En la cuarta visita técnica de inspección, se realizó un recorrido a todo el sistema de tratamiento de aguas residuales para revisar continuamente la actividad del STAR; que se empezó por la revisión del canal de entrada, que se encontró en buenas condiciones, previamente pasando por la rejilla 1 se evidenció residuos mínimos; seguidamente se hizo la exploración del desarenador dónde se presentó una acumulación de arena; así mismo, se notó que en la canaleta Parshall de entrada y dónde está el segundo sistema de rejillas también se encontró evidencia de pocos residuos. Luego se estudiaron las lagunas anaerobias presentando un nivel normal de agua, pero sin presencia de natas. En la laguna Facultativa 1 se sigue presenciando una filtración tipo ballena generando una inflamación en la geomembrana que cubre la laguna, además de presentarse un color café claro en el agua; posteriormente para la laguna facultativa 2, se presenció el mismo color que en la facultativa 1 pero, en conclusión, no presenta anomalías en el proceso con un nivel medio de agua y la limpieza de las natas. Seguidamente, se visitó la laguna de maduración, dónde se evidenció una leve capa de algas en la orilla de la laguna con color verde, y, por último, se notó un nivel de espuma mínimo en la canaleta Parshall de salida hacia el dissipador de energía. (*Ver Ilustración 6*).

Ilustración 6. Evidencia Visita 4



Fuente: Autoría propia

5.2.5. Visita de Campo 5. En la quinta visita técnica de inspección, se empezó previamente por la revisión del canal de entrada, pasando por la rejilla de entrada donde se encontró una acumulación alta de residuos; posteriormente se hizo la evaluación del desarenador donde se evidenció que presentó un poco de arena; así mismo, se notó que en la canaleta Parshall de entrada y donde está el segundo sistema de rejillas también se encontró una alta acumulación de residuos. Luego se verificó las lagunas anaerobias y que presentan un nivel normal de agua, pero sin presencia de natas. En la laguna Facultativa 1 se sigue presenciando una filtración tipo ballena generando una inflamación en la geomembrana que cubre la laguna, además de presentarse un color café; posteriormente para la laguna facultativa 2, se presenció el mismo color que en la facultativa 1, cuenta con un nivel medio de agua. Seguidamente, se visitó la laguna de maduración, donde presenta un nivel de agua normal con un color verde, y, por último, se notó un nivel de espuma mínimo en la canaleta Parshall de salida hacia el dissipador de energía. *(Ver Ilustración 7).*

Ilustración 7. Evidencia Visita 5



Fuente: Autoría propia

5.2.6. Visita de Campo 6. En la sexta visita técnica de inspección, se realizó un recorrido total al sistema de tratamiento de aguas residuales para verificar el proceso de dicho sistema; que se empezó previamente por la revisión del canal de entrada, continuando con la rejilla 1, donde no se evidenciaron residuos; posteriormente se hizo la evaluación del desarenador que presentó una acumulación de arena; así mismo, se notó que en la canaleta Parshall de entrada y dónde está el segundo sistema de rejillas también está sin acumulación de residuos. Luego se verificó las lagunas anaerobias presentan un nivel normal de agua, pero sin presencia de natas. En la laguna Facultativa 1 se sigue presenciando una filtración tipo ballena generando una inflamación en la geomembrana que cubre la laguna, además de presentarse un color café claro en el agua; posteriormente para la laguna facultativa 2, se presenció el mismo color que en la facultativa 1, cuenta con un nivel medio de agua. Seguidamente, se visitó la laguna de maduración, dónde presenta un nivel de agua normal y con un color verde, y, por último, se notó un nivel de espuma mínimo en la canaleta Parshall de salida hacia el dissipador de energía. (*Ver Ilustración 7*).

Ilustración 8. Evidencia Visita 6



Fuente: Autoría propia

5.2.7. Visita de Campo 7. En la séptima visita de inspección se identificó que hay más actividad por parte del personal en el sistema de tratamiento, donde se empezó a realizar limpieza diaria a las rejillas y semanalmente al desarenador; por lo que no se encontró cantidad de residuos en las respectivas rejillas, presenciando un olor reducido de agua residual; pero el desarenador sí estaba con una mínima cantidad de arena. En cuanto a las lagunas anaerobias se encontraron sin natas y con un color gris oscuro; las lagunas facultativas tampoco presentaban natas con un color café oscuro. La laguna de maduración se halló sin presencia de natas y con color verdoso. Así mismo, en la canaleta Parshall de salida no se evidenció novedad alguna y para el dissipador de energía tampoco, concluyendo un buen funcionamiento al final del sistema de tratamiento. (*Ver Ilustración 9*).

Ilustración 9. Evidencia Visita 7



Fuente: Autoría propia

5.2.8. Visita de Campo 8. En la octava visita al sistema de tratamiento de aguas residuales, se pudo notar que en la rejilla 1, no se presentan residuos, ni en la rejilla 2; así mismo al pasar al desarenador se observó que no hay arena acumulada, todo esto por la implementación de la actividad de limpieza continua. En las lagunas anaerobias no se presenciaron natas, reconociendo un color gris claro. Previamente en las lagunas facultativas se evidenció que tampoco presentan natas, pero con un color rojizo oscuro. En cuanto a la laguna de maduración

presenta un color verde, pero sin natas, así mismo, en la canaleta Parshall de salida se presentó un poco de espuma en el agua y por ende en el dissipador de energía que llega al final del sistema vertiendo en la quebrada La Pava. (*Ver Ilustración 10*).

Ilustración 10. Evidencia Visita 8



Fuente: Autoría propia

5.2.9. Visita de Campo 9. En la novena visita del sistema de tratamiento, se pudo evidenciar que al igual que en las dos visitas anteriores no se encontraron residuos en la rejilla de entrada ni en la de la canaleta Parshall, para el desarenador, también se observó que no contiene residuos de arena. En las lagunas anaerobias se encontraron natas al costado derecho de la geomembrana con color gris oscuro, así mismo, las lagunas facultativas presentan natas igual que las anaerobias con color café oscuro. En cuanto a la laguna de maduración presenta un color verdoso sin olor a agua residual; ya llegando a la salida del sistema se encontró que presenta mucha espuma que se nota en el dissipador de energía y por consiguiente afectando a la fuente receptora. (*Ver Ilustración 11*).

Ilustración 11. Evidencia Visita 9



Fuente: Autoría propia

5.2.10. Visita de Campo 10. En la última visita al sistema de tratamiento de aguas residuales se evidenció que, en la entrada del sistema, no se encontraron residuos sólidos, tanto en la rejilla 1 como en la rejilla 2; para el desarenador se obtuvo que no contiene arena acumulada por la limpieza continua que se aplica en la STAR. Ya que el verano sigue, el nivel de las lagunas ha disminuido, por lo que se generan natas; en las lagunas anaerobias se obtuvo un color gris; para las lagunas facultativas, es decir, en la 1 se sigue evidenciando la hinchazón tipo ballena, pero con un color rojizo; así mismo, la laguna facultativa 2 también presenta el mismo color, pero con natas. La laguna de maduración también sigue teniendo natas y con el mismo color verdoso que la representa; la canaleta Parshall se presencié un alto nivel de espuma que conlleva al dissipador de energía y al vertimiento. (Quebrada La Pava). (*Ver Ilustración 12*).

Ilustración 12. Evidencia Visita 10



Fuente: Autoría propia

5.2.11. Verificación de la estructura física del STAR. Se realizó una visita minuciosa el día 9 de noviembre de 2019, donde se aplicó una lista de chequeo caracterizando la estructura física del sistema de tratamiento de aguas residuales, de manera que se tuvo en cuenta cada aspecto y elementos en la operación del sistema, donde se determinó que los procesos que conforman el sistema se encuentran completos y en buen funcionamiento; cabe resaltar que el análisis y evaluación del sistema solo se aplicó para el sistema nuevo, puesto que el antiguo no está funcionando por cuestiones de remodelación; y se concluyó que el sistema opera de manera óptima a pesar de que su estructura lleva un poco más de 10 años; así mismo, se demostró que el mantenimiento implementado en el sistemas es el adecuado. *(Ver Tabla 3).*

Tabla 3. Lista de Chequeo Estructura STAR

VERIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA FÍSICA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE SARAVENA - ARAUCA

INSPECCIÓN DE LA CANALETA PARSHALL DE ENTRADA			
N°	Aspectos A Evaluar	SI	NO
1	El rango de caudal es el adecuado para la canaleta Parshall de entrada	X	
2	El material con el que está construida la canaleta Parshall de entrada es apropiado para el sistema de tratamiento	X	
3	Cuenta con indicador de nivel y regleta	X	
4	La medición de caudal se realiza periódicamente	X	

5	La canaleta Parshall de entrada se encuentra en buenas condiciones	X
INSPECCIÓN DEL SISTEMA DESARENADOR		
1	El desarenador cumple con las medidas geométricas y recomendadas según su tipo	X
2	La localización del desarenador es el adecuado para el sistema de tratamiento	X
3	El desarenador cuenta con una estructura de control de caudal	X
4	Se mide de manera periódica el lecho de arena acumulado en el desarenador	X
5	Se emplea el mantenimiento manual periódicamente del desarenador	X
6	El desarenador del sistema de tratamiento se encuentra en buenas condiciones	X
INSPECCIÓN DE LA CANALETA PARSHALL DE ENTRADA		
1	El rango de caudal es el adecuado para la canaleta Parshall de salida	X
2	El material con el que está construida la canaleta Parshall de salida es apropiado para el sistema de tratamiento	X
3	Cuenta con indicador de nivel y regleta	X
4	La medición de caudal se realiza periódicamente	X
5	La canaleta Parshall de salida se encuentra en buenas condiciones	X
INSPECCIÓN DE LAS LAGUNAS ANAEROBIAS		
1	La profundidad de las lagunas anaerobias es acorde con el reglamento técnico	X
2	Las medidas de las lagunas anaerobias están acordes con el reglamento técnico	X
3	Físicamente el color de las lagunas anaerobias es el adecuado para su funcionamiento	X
4	Los dispositivos de entrada, interconexión y salida de las lagunas anaerobias se encuentran en buen estado	X
5	La limpieza de natas en las lagunas anaerobias se realiza de manera periódica	X
INSPECCIÓN DE LAS LAGUNAS FACULTATIVAS		
1	La profundidad de las lagunas facultativas es acorde con el reglamento técnico	X
2	Las medidas de las lagunas facultativas están acordes con el reglamento técnico	X
3	Físicamente el color de las lagunas facultativas es el adecuado para su funcionamiento	X
4	Los dispositivos de entrada, interconexión y salida de las lagunas facultativas se encuentran en buen estado	X
5	La limpieza de natas en las lagunas facultativas se realiza de manera periódica	X
INSPECCIÓN DE LAS LAGUNA DE MADURACIÓN		
1	La profundidad de la laguna maduración es acorde con el reglamento técnico	X
2	Las medidas de la laguna maduración están acorde con el reglamento técnico	X
3	Físicamente el color de la laguna maduración es el adecuado para su funcionamiento	X
4	Los dispositivos de entrada, interconexión y salida de la laguna maduración se encuentran en buen estado	X
5	La limpieza de natas en la laguna maduración se realiza de manera periódica	X
INSPECCIÓN DE LA CANALETA PARSHALL DE SALIDA		
1	El rango de caudal es el adecuado para la canaleta Parshall de salida	X
2	El material con el que está construida la canaleta Parshall de salida es apropiado para el sistema de tratamiento	X

3	Cuenta con indicador de nivel y regleta	X
4	La medición de caudal se realiza periódicamente	X
5	La canaleta Parshall de salida se encuentra en buenas condiciones	X
INSPECCIÓN DEL DISIPADOR DE ENERGÍA		
1	La ubicación de la estructura está en la posición correcta del sistema de tratamiento	X
2	El material con el que está construido el disipador de energía es apropiado para el sistema de tratamiento	X
3	La estructura cumple con la función de reducción rápida de la velocidad del flujo	X
4	La estructura cumple con las medidas adecuadas	X
5	El disipador de energía se encuentra en buenas condiciones	X

Fuente: Autoría propia

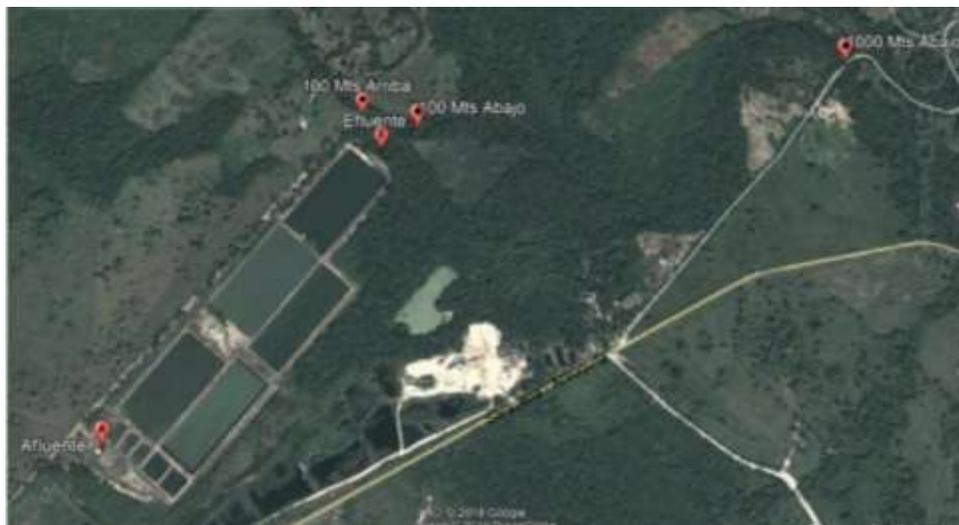
5.3. Implementación del monitoreo de aguas residuales en la entrada y salida del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Se realizó el monitoreo de aguas residuales del sistema de tratamiento (STAR), es uno de los más importantes procedimientos que tiene como propósito verificar si la calidad del recurso a intervenir cumple con las condiciones para los usos requeridos, la empresa ECAAAS E.S.P., realiza 1 monitoreo por semestre para dar cumplimiento a entes gubernamentales que sugieren hacer seguimiento a las aguas servidas del municipio de Saravena, teniendo como objetivo la recuperación del entorno ecológico y el bienestar de los habitantes. Así mismo, se estimó que con la implementación del monitoreo se pudo efectuar las condiciones operativas en las que se encuentra el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) del Municipio de Saravena, verificando si la remoción de contaminantes se encuentra entre los límites permisibles, según la resolución 631 de 2015, mediante el análisis de los diferentes parámetros fisicoquímicos presentes en el agua residual.

5.3.1. Ubicación del Monitoreo. El sistema de tratamiento de aguas servidas o residuales del Municipio de Saravena, ejecutado por la Empresa Comunitaria de Acueducto Alcantarillado y Aseo ECAAAS – E.S.P., se encuentra ubicado al oriente del casco urbano de Saravena, vía que conduce a Arauca – Capital, a la altura del batallón, aeropuerto, veredas Madre vieja y Puerto

Arturo. Se efectuó el monitoreo en 5 puntos, distribuidos de la siguiente manera: Afluente (Parshall de Entrada), Efluente (Salida del STAR Vertimiento), 100 mts Arriba del Vertimiento, 100 mts Abajo del Vertimiento y 1000 mts Abajo del Vertimiento. Se realizó un análisis de reconocimiento en la zona de estudio, para ajustar el diseño de muestreo. (*Ver Ilustración 13*).

Ilustración 13. Puntos Monitoreados STAR



Fuente: Google Earth Pro 2020

5.3.2. Trabajo de Campo. El trabajo de campo de los puntos presentados se efectuó el día 9 de diciembre del 2019. Los recipientes se marcaron a medida que se recolectaron las muestras incluyendo en la etiqueta la siguiente información:

- Análisis microbiológico o físico-químico.
- Tipo de Agua a analizar.
- Parámetro a analizar.
- Número del punto a muestrear.
- Lugar de muestreo.
- Fecha de muestreo.
- Tipo de muestra (Puntual o Compuesta).
- Preservación de la muestra.
- Volumen de muestra
- Tipo de envase de muestra
- Solicitante.

5.4. Análisis de resultados del muestreo de agua efectuado al Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) del Municipio de Saravena.

A continuación, se presentan los resultados del monitoreo de aguas residuales del STAR del Municipio de Saravena; efectuado el día 9 de diciembre de 2019 enviados por el laboratorio (SIAMA LTDA), de la ciudad de Bucaramanga. Para el análisis de resultados se tuvo en cuenta la Resolución 631 de 2015 acerca de los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas, como se describe en el artículo 8 de la presente resolución; se comprobó la eficiencia de operación de la STAR. La finalidad de esta actividad se realizó para controlar el nivel de contaminación del cuerpo receptor verificando en qué nivel se encuentra la depuración del sistema. (*Ver Tabla 4*).

Tabla 4. Resultados Monitoreo STAR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
VARIABLE	UNIDADES	AFLUENTE (ENTRADA STAR)	SALIDA STAR (VERTIMIENTO)	CUMPLIMIENTO RES 631/2015
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	24.000.000	490.000	Análisis Y Reporte
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 mL	13.000.000	330.000	Análisis Y Reporte
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 mL	7.900.000	170.000	Análisis Y Reporte
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO ₃ /L	271	203	/
CONDUCTIVIDAD (25 °C)	µs/cm	928	661	/
DBO ₅	mg O ₂ /L	349	98,5	No cumple
DQO	mg O ₂ /L	753	218	No cumple
FÓSFORO REACTIVO TOTAL (ORTOFOSFATOS)	mg P - PO ₄ /L	3,93	2,75	Análisis Y Reporte
FÓSFORO TOTAL	mg P/L	8,1	4,91	Análisis Y Reporte
GRASAS Y ACEITES	mg /L	96	12	Cumple
NITRATOS	mg NO ₃ - N/L	0,16	0,25	Análisis Y Reporte
NITRITOS	mg NO ₂ - N/L	0,102	0,131	Análisis Y Reporte
NITRÓGENO AMONIAICAL	mg N/L	46,6	30,4	Análisis Y Reporte

SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/L	3,5	< 0,1	Cumple
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg /L	300	92	No cumple
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	73,5	42	Análisis Y Reporte
Ph (25°C)	Unid. Ph	7,0	7,31	Cumple

Nota: Recuperado de laboratorio SIAMA LTDA

5.4.1. Análisis de Resultados

Como se mostró en la Tabla 4, los resultados del monitoreo fueron comparados con la Resolución 631 de 2015, donde se obtuvo lo siguiente:

Los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*); tuvieron una eficiencia de remoción bastante relevante por oscilar entre el 97% mostrando efectividad en la eliminación de parámetros microbiológicos. Respecto a los parámetros fisicoquímicos resaltan grasas y aceites, sólidos sedimentables y pH, que cumplieron con los límites máximos permisibles ante la resolución 631 de 2015 con más del 87% de porcentaje de remoción, por lo tanto, las variables que no cumplen son DBO5 que se excede en 8,5 mgO2/L, DQO con 38 mgO2/L y para solidos suspendidos totales fue de 2 mg/L de más; por lo que se convierte en algo no satisfactorio para el proceso del sistema y por lo tanto requiere de una revisión periódica para que no se presenten en los próximos monitoreos resultados de incumplimiento, de manera que mejoren las condiciones encontradas. Para obtener el porcentaje de remoción de los parámetros se utilizó la siguiente ecuación:

$$Eficiencia\ de\ Remoción = \frac{(Afluente - Efluente)}{(Afluente)} * 100$$

5.5. Apoyo al programa de capacitación ambiental.

La empresa ECAAAS E.S.P., viene implementando políticas de gestión ambiental, especialmente para el componente agua; donde se realizan actividades que comprometen responsabilidades ambientales y sociales que ocasionan un impacto positivo en la población. Es por ello que se asistió y apoyó en la preparación de la comunidad en temas de educación ambiental sobre la importancia del cuidado del alcantarillado y el uso eficiente y ahorro del agua, de manera que se resuelvan problemáticas, mediante soluciones y propuestas a impactos que se puedan generar y al aprovechamiento de los recursos naturales. (Ver Ilustración 14).

Ilustración 14. Capacitación y sensibilización a personal externo



Fuente: Autoría propia

5.6. Planteamiento del plan de mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR).

Una vez realizadas las actividades anteriores, se realiza un plan de mejoramiento para cada proceso, con el fin de mejorar el sistema de tratamiento de aguas residuales:

5.6.1. Tuberías de Distribución y Accesorios Generales del Sistema

Se aconseja realizar inspecciones al estado de las tuberías de distribución de manera diaria y mantenimiento a las mismas mensualmente, para evitar obstrucciones en el sistema de tratamiento, afectando el proceso.

Se recomienda efectuar regularmente la lubricación de compuertas, válvulas y accesorios que forman parte del sistema evitando que se oxiden y causen accidentes, es decir, ruptura de alguna pieza perjudicando el trabajo diario del sistema.

5.6.2. Rejilla 1 y 2

Se recomienda seguir aplicando el mantenimiento diario a las rejillas, tal y como se ha venido haciendo hasta el momento, puesto que ayuda a evitar los olores ofensivos producidos por la acumulación de residuos sólidos en las mismas, y el taponamiento de los demás sistemas que componen la STAR.

5.6.3. Desarenador

Para el desarenador, se recomienda verificar el grado de sedimentación de manera mensual y la remoción de arena quincenalmente; así se impide que el sistema presente obstáculos por la acumulación de tierra.

5.6.4. Lagunas

Se sugiere verificar diariamente el nivel, estado y funcionamiento de las lagunas.

Se recomienda aplicar la limpieza de las lagunas anaerobias, facultativas y de maduración, al menos una vez por semana, ya que, registran acumulación de natas, espumas y material flotante en los costados de la geomembrana; esto representa bajas eficiencias en la operación, reproducción de mosquitos y mal aspecto.

Se aconseja revisar la infiltración de líquido al suelo en la laguna facultativa 1, puesto que la geomembrana impermeabilizante se encuentra rota por mostrar un “globo o lomo de ballena”.

5.6.5. Canaleta Parshall 1 y 2

Se sugiere ubicar de manera permanente la regleta para la canaleta Parshall 2, puesto, que no la tiene y dificulta la toma de caudal.

6. CONCLUSIONES

Durante el transcurso de la pasantía en la empresa ECAAAS E.S.P., se cumplió a cabalidad todos los objetivos propuestos en el proyecto, por lo tanto, se obtuvo lo siguiente:

Se realizaron 10 visitas al sistema de tratamiento, que sirvieron como guía fundamental para implementar cambios positivos en las anomalías encontradas, de manera que el sistema de tratamiento cumpla con su eficiencia al 100%, puesto que, la calidad de la parte estructural en concreto del sistema de tratamiento se encuentra en buenas condiciones por lo que no es necesario realizar reparaciones.

Se efectuó un monitoreo de aguas residuales en la STAR, donde se enfrentaron nuevos retos y se pusieron en práctica conocimientos adquiridos durante el proceso académico que sirvieron de soporte para la ejecución del plan de trabajo.

En los resultados del monitoreo se determinó que el sistema de tratamiento está incumpliendo con tres variables, DBO5 en una concentración de 98,5 mgO₂/L, DQO con 218 mgO₂/L y sólidos suspendidos totales de 92 mg/L; cuando en realidad según la resolución 631 de 2015, deben estar por debajo de las siguientes concentraciones, 90,0 mgO₂/L para DBO5, 180 mgO₂/L para DQO y de 90,0 mg/L para sólidos suspendidos totales.

Una de las consecuencias presentadas por el incumplimiento de los tres parámetros nombrados anteriormente, es la presencia periódica de espuma en la canaleta Parshall 2 y en efluente del sistema, puesto que se asocia al contenido de detergentes y tensoactivos que retardan la sedimentación de las lagunas.

Se estableció el caudal mensual del sistema de tratamiento de aguas residuales del mes de noviembre de 2019 a febrero 2020, donde se obtuvo un promedio de 35,3 l/s, cumpliendo con el caudal autorizado que corresponde a 45 l/s.

Se apoyaron capacitaciones de sensibilización a comunidad en general, abordando temas importantes, como el cuidado del medioambiente, ahorro y uso eficiente del agua, buen uso del alcantarillado entre otros; es necesario que todas las personas reciban educación ambiental para que contribuyan poco a poco a la concepción del desarrollo sostenible creando un ambiente seguro.

Por último, se enfatizó la importancia de haber realizado esta pasantía durante 4 meses, de los cuales se adquirieron y aportaron conocimientos importantes para desarrollar soluciones a problemáticas en el ámbito profesional y personal; además se creó un entorno laboral muy dinámico y productivo con los demás compañeros creando facilidad de acomodarse en un ambiente de trabajo, puesto que demostraron ser excelentes profesionales y orientadores acerca del tema de ingeniería ambiental.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener en cuenta las propuestas de mejoramiento presentadas por parte del pasante universitario, ya que, durante la estadía en la empresa se mostraron varias problemáticas en el sistema de tratamiento, que desde el punto de vista profesional se pueden corregir para el posterior funcionamiento óptimo del mismo.

Se recomienda presentar iniciativas que permitan mejorar las condiciones del sistema de tratamiento, de manera que se pueda asegurar el cumplimiento de todas las variables ante la resolución 631 de 2015.

Se aconseja instaurar un procedimiento para capacitar al personal encargado del sistema de tratamiento, con el fin de familiarizar el proceso de operación y mantenimiento del sistema.

Se recomienda realizar la actividad de rocería, es decir, guadañado en las zonas verdes y taludes, además de retirar la vegetación o maleza que obstruya los caminos de acceso y zonas adyacentes al sistema de tratamiento.

Se aconseja seguir aplicando el control periódico del caudal del sistema de tratamiento, de manera que no sobrepase el caudal autorizado, ya que se pueden presentar variaciones en la operación.

Se recomienda continuar con capacitaciones en educación ambiental y estrategias de concientización a la comunidad en general del municipio de Saravena, acerca del buen uso del alcantarillado y uso eficiente y ahorro del agua.

Se recomienda la instalación de un laboratorio de pruebas que cuente con equipos certificados para determinar parámetros básicos in-situ, como: pH, temperatura, color, conductividad y oxígeno disuelto; para verificar más a fondo los cambios presentados durante

distintas épocas del año; por lo tanto, permitirá efectuar acciones preventivas y correctivas al sistema de manera rápida.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alvis, C. (2015). Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Urbanístico Barcelona de Indias. Enero 20, 2020, de Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito Sitio web:
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/305/1/Alvis%20Yepes%2c%20Cristhian%20-%202015.pdf>.
- Correa, G. (2008). Evaluación Y Monitoreo Del Sistema De Lagunas De Estabilización Del Municipio De Santa Fe De Antioquia, Colombia. Diciembre 26, 2019, De Universidad De Antioquia. Sitio web:
<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/50/1/EvalMonitStmaLagunasStfeAnt.pdf>.
- Farias, B. (2016). Conocimientos básicos sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Módulo IV). Febrero 2, 2020, de iAgua Sitio web: <https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-modulo-iv>.
- Sárquis, P. (2017). Control de Olores en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Febrero 13, 2020, de Domos Agua Sitio web: <https://www.domosagua.com/blog/control-olores-plantas-tratamiento-aguas>.
- Subdirección De Hidrología - Grupo Laboratorio De Calidad Ambiental. (2007). Instructivo Para La Toma De Muestras De Aguas Residuales. Diciembre 6, 2019, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) Sitio web:
http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428.

9. ANEXOS

Anexo 1. Evidencias Fotográficas



Ilustración 15. Toma de Notas en Campo



Ilustración 16. Muestreo de Aguas Residuales



Ilustración 17. Toma de canaleta Parshall

Fuente: Autoría propia