1. INTRODUCCIÓN

El presente informe es el resultado del análisis de los datos recolectados durante el monitoreo realizado en el 6 de Diciembre del 2024 como seguimiento a la planta de tratamiento de agua residual doméstica, así como a la evaluación de mejoras que permitan el cumplimiento normativo, las muestras fueron recolectadas en el municipio de Anapoima, Inspección San Antonio, ubicado en el departamento de Cundinamarca, analizando parámetros fisicoquímicos (DBO, Temperatura, DQO, Solidos Sedimentables, Grasas y Aceites, Tensoactivos SAAM, pH, Conductividad, Fosforo Total, Hidrocarburos Totales, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total Kjeldahl, Ortofosfatos y Sólidos sedimentables), monitoreo compuesto de 8 horas con toma de alícuotas cada hora, información requerida por la entidad ambiental CAR.

En la recolección de las muestras y análisis del laboratorio se tuvo en cuenta las metodologías definidas en el “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater”.

El presente informe relaciona e incluye las sugerencias requeridas para la mejora del sistema de tratamiento implementado, se tiene en cuenta para la optimización del sistema la separación de agua lluvia en el sistema y la potencialización del sistema de alcantarillado requerido para un adecuado funcionamiento. Se observa falta de funcionamiento de dos bombas del sistema de tratamiento, responsables de subir el agua residual a los filtros.

2. OBJETIVOS

- Realizar la caracterización ambiental de la planta de tratamiento de agua residual doméstica y analizar los resultados correspondientes al mes de diciembre de 2024. Estableciendo el cumplimiento o incumplimiento de la regulación de vertimientos vigente.

- Determinar la calidad fisicoquímica del agua acorde a los requerimientos solicitados por parte de la corporación regional CAR para el municipio de Anapoima Cundinamarca.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Sólidos Suspendidos Totales

Los sólidos suspendidos totales son un parámetro asociado con pequeñas cantidades de materia orgánica y material suspendido. El principal interés de este parámetro, asociado con la turbidez del agua natural, se relaciona con la destinación del recurso para el consumo público, en el caso específico el uso del recurso con fines de aprovechamiento pecuario y con las condiciones de vida de la fauna acuática. Una alta concentración de sólidos producirá disturbios en el crecimiento de los huevos de los peces, modifica su movimiento natural, su migración y reduce la abundancia de alimentos, (Romero 2009).

3.2 Demanda Química De Oxígeno (DQO)

Es un parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química. Representa el contenido de materia orgánica total de la muestra, oxidable por dicromato de potasio en solución acida. El resultado se obtiene más rápidamente que el de la DBO_5 y no está sujeto a tantas variaciones pues, con pocas excepciones, todos los compuestos orgánicos pueden ser oxidados hasta CO_2 y agua por la acción de agentes oxidantes fuertes bajo condiciones acidas (Roldan 2008).

Durante la determinación de la DQO, la materia orgánica se convierte en dióxido de carbono y agua, sin importar que tan asimilable biológicamente sea la sustancia. Por ejemplo, la glucosa y la lignina son oxidadas completamente. Como resultado, los valores de la demanda química de oxígeno (DQO) son mayores que los valores de la DBO_5 y la diferencia puede ser mucho mayor cuando se presentan cantidades significativas de materia orgánica resistente, como ocurre en el caso de los desechos de pulpa de madera, a causa de su alto contenido de lignina (Roldan 2008).

3.3 Demanda Biológica De Oxígeno (DBO_5)

Es una medida de la concentración de oxígeno usada por los microorganismos para degradar y estabilizar la materia orgánica biodegradable o materia orgánica carbonácea en condiciones aeróbicas en 5 días y a 20ºC. Es una indicación indirecta del carbono orgánico biodegradable presente en una masa liquida dada. En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO5 representa, en promedio, 65% a 70% del total de la materia orgánica oxidable (Roldan 2008). La oxidación microbial o mineralización de la materia orgánica es una de las principales reacciones que ocurren en los cuerpos naturales de agua y constituye una de las demandas de oxígeno, ejercida por los microorganismos heterotróficos, que hay que cuantificar (Romero 2009).

3.4 Tensoactivos SAAM.

Sustancia que modifica la tensión superficial del líquido en el que se halla disuelta, su clasificación se fundamenta en el poder de disociación del tensoactivo en presencia de un electrolito y de sus propiedades fisicoquímicas, pueden ser según la carga que posea la parte que presenta la actividad de superficie:

(a) aniónicos,
(b) catiónicos
(c) anfóteros No-iónicos.

***Tensoactivos aniónicos**:* En solución se ionizan, pero considerando el comportamiento de sus grupos en solución, el grupo hidrófobo queda cargado negativamente. Están constituidos por una cadena alquílica lineal o ramificada que va de 10 a 14 átomos de carbono, y en su extremo polar de la molécula se encuentra un anión.

Tensoactivos Catiónicos: Son aquellos que en solución forman iones, resultando cargado positivamente el grupo hidrófobo de la molécula.

***Tensoactivos anfóteros ó anfotéricos*:** Como su nombre lo indica, actúan dependiendo del medio en que se encuentren, en medio básico son aniónicos y en medio ácido son catiónicos (Roldan 2008).

3.5 Temperatura

La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, puesto que, por ejemplo, el grado de saturación de oxígeno disuelto, la actividad biológica y el valor de la saturación con carbonato de calcio se relacionan con la temperatura. En estudios de polución de ríos, estudios limnológicos y en la

identificación de la fuente de suministro en pozos, la temperatura es un dato necesario (Romero 2009).

3.6 Grasas y Aceites

Se entiende por grasas y aceites el conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, muy ofensivas estéticamente. El parámetro grasas y aceites incluye los esteres de ácidos grasos de cadena larga, compuestos con cadenas largas de hidrocarburos, comúnmente con un grupo acido carboxílico en un extremo; materiales solubles en solventes orgánicos, pero muy insolubles en agua debido a la estructura larga hidrofóbica del hidrocarburo. Estos compuestos sirven como alimentos para las bacterias, puesto que pueden ser hidrolizados en los ácidos grasos y alcoholes correspondientes (Romero 2009).

En aguas naturales, la presencia de grasas inhibe el paso de la luz y del oxígeno disuelto en el agua, además, de que se adhieren a las branquias de los peces (Sierra 2011).

La mayoría de estos productos son insolubles en agua, pero pueden existir bajo forma emulsionada o saponificada. La presencia de hidrocarburo puede dar un aspecto irisado al agua, así como un sabor y olor particulares (Rodier 2009).

3.7 Nitratos

Todas las formas de nitrógeno (nitrógeno orgánico, amoniaco, nitritos, etc.) pueden ser la causa de los nitratos por un proceso de oxidación biológico. En las aguas naturales no contaminadas, el tipo de nitratos es muy variable según la temporada y el origen de las aguas; puede variar de 1 a 15 mg/L y una concentración de 2 o 3 mg/L puede considerarse como normal. Excepto casos concretos, el contenido en nitratos de las aguas de las redes de distribución es poco elevado; por el contrario, en zonas rurales, algunos pozos de uso familiar pueden tener concentraciones elevadas. (González 2012).

3.8 Ortofosfatos

Los fosfatos y compuestos de fósforo se encuentran en las aguas naturales en pequeñas concentraciones. Su origen es el lixiviado de los terrenos que atraviesa, o por contaminación orgánica. Los fosfatos están directamente relacionados con la eutrofización de lagos y pantanos. En lo referente a las aguas de consumo humano, un contenido elevado modifica las características organolépticas y dificulta la floculación - coagulación en las plantas de tratamiento. Es uno de los factores a tener en cuenta cuando hay un desarrollo elevado de algas en una fuente de agua. La forma asimilable del fósforo es el ion fosfato, aunque en el agua a veces se encuentran compuestos fosforados en estado coloidal o en forma de fósforo elemento. (González 2012)

3.9 Sólidos Sedimentables

es la cantidad de material que sedimenta de una muestra en un período de tiempo. Pueden ser determinados y expresados en función de un volumen (mL/L) o de una masa (mg/L), mediante volumetría y gravimetría respectivamente.

4. pH

El termino pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrogeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrogeno (H^+). En general se usa para expresar la intensidad de la condición acida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total (Romero 2009). El pH se define como el logaritmo del inverso de la concentración del ion hidrogeno, o sea:

$$\mathbf{pH} = \mathbf{log}\frac{\mathbf{1}}{[\mathbf{H}^+]}$$

$$\boldsymbol{pH} = -\boldsymbol{log}[\boldsymbol{H}^+]$$

4.1 Conductividad

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por esta razón, el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos *(Romero 2009).*

La medida de la conductividad permite evaluar de forma rápida y aproximada la mineralización global del agua y seguir la evolución. En general la conductividad se eleva de forma progresiva de arriba hacia abajo en los cursos de agua; las divergencias son tanto más importante cuanto más débil es la mineralización inicial, en particular en las zonas con sustrato acido o subsuelo silíceo. En las aguas superficiales y los vertidos de aguas residuales, se pueden producir con rapidez durante el día modificaciones importantes en la conductividad. Se puede admitir que la situación es particular o anormal más allá de 2000 µS/cm *(Roddier, 2009).*

La tabla siguiente ofrece algunas indicaciones sobre la relación que existe entre la mineralización y la conductividad:

TABLA 1. Relación mineralización - conductividad.

CONDUCTIVIDAD	MINERALIZACIÓN
< 100 µs/cm	mineralización muy débil
100 µs/cm - < 200 µs/cm	mineralización débil
200 µs/cm - < 333 µs/cm	mineralización media
333 µs/cm - < 666 µs/cm	mineralización media acentuada
666 µs/cm - < 1000 µs/cm	mineralización importante
> 1000 µs/cm	mineralización elevada

FUENTE: Análisis del agua. *(Roddier 2009).*

La experiencia indica que el producto del valor de la conductividad en µs/cm por un factor que oscila entre 0,55 y 0,7 es igual al contenido de sólidos disueltos, en mg/L; dicho factor depende de los iones en solución en el agua y de la temperatura; en general es alto, mayor de 0,7 en aguas salinas o de calderas, y bajo, menor de 0,55 en aguas con alcalinidad caustica o acidez mineral *(Romero 2009).*

Los ríos son oligotróficos en su nacimiento, pero su conductividad y su concentración de iones aumenta progresivamente a medida que llegan a los valles, por efectos de la erosión del cauce, al arrastre de sedimentos y la escorrentía provocada por lluvias. En muchos ríos neotropicales estos valores aumentan drásticamente, por la actividad agrícola y la contaminación de origen industrial y domésticos carentes de control en los países de Centro y Suramérica *(Roldan 2008).*

4.2 Hidrocarburos Totales

Los petróleos brutos son de una gran complejidad y están formados por tres grandes categorías de compuestos:

- Los hidrocarburos saturados o alcanos.
- Los hidrocarburos aromáticos.
- Los hidrocarburos pesados (compuestos aromáticos de alto peso molecular que contienen heteroátomos como azufre, oxigeno o nitrógeno *(Rodier 2009).*

Después de 24 horas en la superficie del agua, el petróleo bruto ha perdido prácticamente por evaporación todos los hidrocarburos que tenían un número de átomos de carbono inferior a 14, lo que corresponde en realidad a una destilación conducida a 280ºC. Aparte de la evaporación y algunos procesos de disolución, los productos derivados del petróleo sufren degradaciones químicas y bacterianas *(Rodier, 2009).*

Se evalúa el factor de hidrocarburos existentes, teniendo en cuenta la nueva norma de vertimientos, más no se encuentra relación directa entre la solicitud de análisis y la presencia de campos petroleros activos en inmediaciones a la zona de estudio, ya que el municipio cuenta con vocación turística y agrícola.

4.3 Nitritos

La presencia de nitritos en el agua**,** es indicador de contaminación por materia fecal reciente (Catalán, 1971) en aguas bien oxigenadas no supera 0,1 mg/l de concentración (Stumm y Morgan, 1981) los nitritos se encuentran en un estado de oxidación intermedio entre el amonio y el nitrato, los nitritos en concentraciones altas reaccionan generando aminas nitrosamidas y amidas potencialmente cancerígenas y tóxicas (OMS 1980), valores superiores a 1 mg/l son altamente tóxicos y representan un peligro potencial a la salud pública.

4.4 *Nitrógeno Total Kjeldahl*

El nitrógeno total Kjeldahl es definido como la suma de amonio libre y compuestos orgánicos nitrogenados que son convertidos a sulfato de amonio, después de la digestión de la muestra con ácido sulfúrico y en presencia de un catalizador. El amonio es destilado en medio alcalino y recuperado nuevamente para su cuantificación.

De acuerdo con ello, hay que diferenciar entre nitrógeno total Kjeldahl (NTK, que comprende el nitrógeno orgánico y el amoniacal) y el nitrógeno total (NT), que abarca el NTK, además de los nitritos y los nitratos, como formas oxidadas del nitrógeno.

4.5 Nitrógeno Amoniacal

El nitrógeno amoniacal se produce por la desaminación de compuestos que contienen nitrógeno, y por la hidrolisis de la Urea. También pueden producirse por la reducción de los nitratos en condiciones anaerobias. (Queralt, 2003)

En las aguas residuales dicho valor puede alcanzar los 4 mg/l y superar dicha barrera. (Queralt, 2003)

5. TIPO Y CARACTERÍSTICAS DEL MONITOREO

El monitoreo y evaluación fisicoquímica localizadas en el área de influencia de la PTAR ubicada en la vereda San Antonio, municipio de Anapoima, se realizan al agua tratada por la planta convencional, antes de su ingreso a la misma (Afluente) y posterior a su tratamiento (Efluente).

Para la fecha de toma de muestras se evidencia continuidad en el uso de bioenzimatico BPT para tratamiento de los parámetros evaluados, el tratamiento incluye normalmente suministro de Bacterias, Enzimas y reducción de carga biológica por consumo de las mismas, creación de biofilm mediante uso de sistema Rotoplas en los dos tanques ubicados en la PTAR municipal.

Se registran cambios de las estructuras de protección y cribado de sólidos, se observa oxido en las mismas adicionalmente, se observan las rejillas de protección de la salida del vertimiento en mal estado, esto se debe al tipo de agua residual y sus particularidades, se encuentran todas las estructuras metálicas deterioradas.

en el momento de la toma de muestras, se observa baja retención hidráulica en el sistema, razón por la cual se recomienda aumentar el tiempo de retención en la planta mediante la reducción de paso en las salidas de los tanques principales, de igual forma y debido al crecimiento de la inspección de San Antonio se recomienda re diseñar y ampliar el sedimentador inicial con el fin de aumentar los tiempos de retención en el sistema, se debe poner en funcionamiento los flautines de distribución en los tanques así como las dos motobombas. En el momento del monitoreo las bombas no cuentan con el encendido programado y su encendido debe realizarse de forma manual, lo que lleva a que en los tiempos en los cuales el operador no se encuentra en la planta el sistema no funciona por falta de obturación de encendidos.

El agua evaluada presenta un olor fuerte con alto contenido de materia orgánica flotante al ingreso de la planta y a la salida de la misma debido al bajo tiempo de retención hidráulico, lo que indica una necesidad de ampliar las estructuras de tratamiento para ampliar la capacidad de tratamiento y así disminuir olor, color y materia orgánica.

Se evidencia coloración en todas las alícuotas de ingreso al sistema de tratamiento, así como aumento del olor asociado a la salida del sistema, con alto contenido de materia orgánica, hojas y material de arrastre.

Se observan variaciones de caudal a la salida del sistema, las mismas se encuentran relacionadas a la generación de baches de descarga, existen alícuotas en las cuales el sistema de bombeo se encuentra detenido por llenado de estructuras, razón por la cual el caudal en la planta es variable.

El tratamiento está sujeto a ajuste, toda vez que el mismo estaba orientado al cumplimiento de la norma ambiental vigente hasta el año 2015, dicho ajuste está regulado a nueva estabilización del sistema y regulación funcional in situ del tratamiento utilizado, aumento del tiempo de retención Hidráulica mediante la reducción del paso en la salida de los tanques, apuntando al cumplimiento normativo establecido para este caso por la resolución 631 de 2015 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se debe re diseñar la planta de tratamiento con el fin de dar cumplimiento a la normatividad vigente.

Ilustración 1 toma GYA Salida sistema



Fuente: Umwelt Colombia 2024

6.1 TOMA DE MUESTRAS

El procedimiento llevado a cabo por los profesionales de campo de Umwelt Colombia SAS para la toma de muestras en la matriz Agua Superficial, se desarrolla de acuerdo a los lineamientos establecidos en el "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater"

Verificación de los implementos requeridos: Verificar si se cuenta con los suministros y material requerido para el muestreo, además del estado de los mismos, contemplando elementos de protección personal, recipientes, herramientas, reactivos y equipos.

Materiales

- Elementos de protección personal básicos
- Elementos de bioseguridad para COVID-19
- Guantes de látex
- Recipientes (ver tabla1)
- Preservantes.
- Contenedor térmico
- Balde.
- Agitador
- Cinta métrica
- Vaso de precipitado
- Alícuotas
- hielo

El material, tipo y capacidad de los recipientes que se utilizaron para la toma de muestras fueron suministrados por el laboratorio CIAN Ltda., cumplen con los requerimientos de los protocolos analíticos establecidos por la U.S. EPA y los organismos de control ambiental de Colombia. **Análisis Bacteriológico:** Frascos de vidrio esterilizados de 125 mL de boca ancha.

En la **Tabla 1** relacionan los parámetros analíticos con el tipo de recipiente, capacidad, preservantes y tiempo máximo que puede transcurrir entre la toma de la muestra y su análisis, de acuerdo con el "Estándar Methods for examination of water and wastewater. 22stedition. 2012".

TABLA 1. *Preservación de las muestras*

PARÁMETROS	UNIDADES	VOLUMEN REQUERIDO DE MUESTRA (L)	RECIPIENTE	PRESERVANTE
DBO	mg/L O_2	1,00	Vidrio	4 °C
DQO	mg/L O_2	0,250	V	H_2SO_4, pH<2
SÓLIDOS SUSPENDIDOS - SEDIMENTABLES	mg/L	2	P	4°C
GYA	mg/L	1	V	H_2SO_4
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/L	1	v	H_2SO_4
NITROGENO AMONIACAL	mg/L	0,25	V	H_2SO_4
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	mg/L	0,25	V	H_2SO_4
SAAM	mg/L	2	P	4°C

FUENTE: *UMWELT COLOMBIA SAS (2024)*

Herramientas y Equipos

- Multiparámetros
- GPS
- Cámara fotográfica

<u>Reconocimiento del sitio de muestreo</u>:

se reconoce y verifica el área donde se desarrolla el muestreo a fin de identificar si ofrece la información requerida y las características deseadas en el estudio, se evidencia cambio de temporada, empezando la temporada de estiaje en el municipio, el 5 de diciembre, la temperatura en Anapoima varió de 22 °C a 31 °C.

La planta de tratamiento está compuesta por un tanque de homogenización, dos filtros percoladores y un sedimentador, posterior antes de realizar el vertimiento, los tiempos de retención hidráulica son bajos por lo cual se busca la optimización máxima con el tiempo de retención disponible.

Se evidencia oxidación de las rejillas de pretratamiento y rejillas del punto de salida del sistema ver Ilustración 2.

Con el fin de evaluar la remoción de la planta, se establece el porcentaje de remoción por parámetro, se debe tener en cuenta que la planta está diseñada para remoción efectiva no superior al 80%, cualquier ajuste necesario para el nuevo cumplimiento de la resolución 631 de 2015, implica la construcción o diagnóstico de la planta de tratamiento y de los esquemas y presupuestos para su adecuada planificación.

Ilustración 2 Punto entrada y salida del sistema, estado actual



Fuente: Umwelt Colombia 2024

Se observa perdida de bisagras en las rejillas de la caja de control y perdida de la cobertura y pintura de la misma

Registro de información del punto de muestreo: Para cada punto de muestreo se realiza el registro fotográfico, una descripción física (topografía, vegetación, uso del suelo, etc.) y generalidades del clima para el momento de la muestra, así mismo se registra variaciones entre alícuotas y condiciones especiales observadas en el momento de la toma de las mismas, operación de la planta y condiciones atípicas.

Toma de Muestra Compuesta:

- Identificación y reconocimiento de un punto representativo.
- Limpieza y aseguramiento del sitio de muestreo.
- Rotulación de los recipientes.
- Toma de muestra.
- Purga del recipiente para recolección de muestra (balde)
- Toma de Alícuota.
- Realización aforo de caudal volumétrico.
- Registro de información.
- Homogenización de la muestra con agitador.
- Almacenamiento de la alícuota, con respectiva marca que identifique la misma con la hora o número de toma.
- Asegurar la cadena de frio de las alícuotas correspondientes
- Realizar la composición de la muestra, acorde a los cálculos realizados.
- Preservar.
- Embalaje de muestras.
- Cadena de frio.

Almacenamiento y transporte de las muestras: Al dar por terminado el muestreo, se procede a almacenar las muestras debidamente rotuladas en un contenedor térmico donde se permita mantener una temperatura < o igual a 4° C, a fin de no alterar los parámetros susceptibles a esta condición. Posteriormente las muestras son enviadas y recepcionadas en laboratorio antes de las diez de la noche del mismo día de realización del monitoreo, hora máxima de recepción en Laboratorio

6.1.1 Selección de los puntos de monitoreo

En la **Tabla 2** se presentan los puntos de muestreo seleccionados y acordados previamente con la entidad.

***TABLA 2**. Puntos de Muestreo*

PUNTO DE MONITOREO	*COORDENADAS Geográficas GS84 DATUM (BOGOTA) ORIGEN (CENTRAL)*
Salida sistema tratamiento PTAR	***N*** *04°34`50.4" **W** 074° 33` 13.2"*
Entrada sistema Tratamiento PTAR	***N*** *04°34`44.6" **W** 074° 33` 12.7"*

***DATUM:** Magna Sirgas **ORIGEN:** Central*
***FUENTE**: UW Colombia SAS (diciembre de 2024)*

Ilustración 4 PTAR San Antonio, Municipio de Anapoima, 2024



Fuente: Umwelt Colombia 2024

Desarrollo del Monitoreo

La caracterización, sigue los procedimientos y lineamientos establecidos por el manual de procedimientos MC1-1-1 Toma de muestras de agua, MC1-1-2 Medición de caudales, MC1-1-3 Equipos y calibración, MC1-1-4 Procedimiento medición Temperatura, MC1-1-5 Procedimiento medición pH, MC1-1-9 Manual procedimiento Medición sólidos Sedimentables, de Umwelt Colombia SAS, anexos al presente documento, como parte integral de la implementación del mismo, se realiza toma de muestra compuesta en dos puntos de monitoreo, entrada sistema de tratamiento PTAR (**Punto 1**) y salida del sistema de Tratamiento PTAR (**Punto 2**).

Con fin de dar cumplimiento la norma y a los requerimientos específicos de la autoridad ambiental se realiza la toma de parámetros In Situ pH, Temperatura y Caudal, pH, Sólidos Sedimentables. Y de laboratorio: DBO, DQO, Solidos Sedimentables, Grasas y Aceites, Tensoactivos SAAM, Conductividad, Fosforo Total, Hidrocarburos Totales, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total Kjheldal, Ortofosfatos y Sólidos totales para la entrada y salida del sistema en mención.

Para el adecuado desarrollo del monitoreo se realiza el siguiente procedimiento para la medición de los sólidos sedimentables:

- Mezclar bien la muestra por agitación.
- Llenar el cono Imhoff, evitando verter la muestra por las paredes del cono, hasta la marca de 1 L. En casos excepcionales donde el volumen de muestra disponible sea menor a 1 litro, se verterá toda la muestra y anotará el volumen (esto último para realizar los cálculos).
- Dejar sedimentar por 45 minutos.
- Remover suavemente las paredes del cono con una varilla agitadora.
- Dejar sedimentar 15 minutos más.
- Anotar el volumen de sólidos sedimentables como mg/L

Se realiza dicho procedimiento cada hora y se registran los datos obtenidos.

Entrada sistema:



MEDICIÓN DE PARAMETROS



SÓLIDOS SEDIMENTABLES



TOMA DE MUESTRA GRASAS Y ACEITES



TOMA AFORO DE CAUDAL

SALIDA DE SISTEMA:



MICROBIOLOGICO



AFORO DE CAUDAL



UESTRA COMPUESTA



TOMA DE GRASAS Y ACEITES

Aforos de Caudal

Se realiza medición de caudal volumétrico en la entrada y salida del sistema de tratamiento de agua residual doméstica, para dichas mediciones se realiza el procedimiento a continuación descrito.

Equipos y herramientas:

Equipo o Instrumentos:
- Recipiente con graduaciones (10 y 12 lts.)
- Cronómetro.
- Probeta.

Equipo de Seguridad Industrial (Si el agua es potable no se requiere mascara):

- Guantes de latex.
- Camisa manga larga.
- Mascara con filtro.
- Casco.
- Botas impermeables.

Requisitos del Aforo:

La caja de inspección o el lugar de toma debe contar con las condiciones técnicas adecuadas para la toma, caída o espacio necesario para la introducción de recipiente, se puede realizar el aforo con bolsa Ziploc si la tubería de salida está en el fondo de la caja de inspección, siempre y cuando la lámina no sea dispersa y permita la medición.

Descripción o metodología del Procedimiento: El analista de pruebas de **Umwelt Colombia SAS**, al iniciar la prueba debe tomar las medidas necesarias de seguridad, luego procede a revisar, verificar que el equipo y las herramientas para la generación de la prueba esté disponible y en buenas condiciones para dar inicio a la prueba de aforo volumétrico en el área del proyecto.

- Procedimiento de la Prueba de Aforo Volumétrico:

1. Inicialmente, se realiza una inspección al sitio a investigar; días antes de la prueba se revisa y calibra el recipiente a utilizar (cubo o Balde Aforado 12 lts), mediante una probeta calibrada, para verificar que el volumen a medir sea exacto, posteriormente se procede a marcar el recipiente.

2. En campo o área del proyecto, se ubica el canal o tubería a aforar; ubique de forma vertical, (lo que más se pueda) el recipiente aforado.

3. El funcionario, debe mantener el cronometro en cero, luego en la salida del flujo de la tubería o canal, se coloca el recipiente, simultáneamente se activa el cronometro; este proceso finaliza en el momento en que el flujo llegue a la marca del recipiente y se desactiva el cronometro inmediatamente.

4. El resultado de este procedimiento es volumen llenado entre el tiempo de llenado (Q = v/t); el mismo, debe ser diligenciado como se indica en el **DT 3-1-1** (Aforo y Calculo de Caudal Volumétrico).

Entrada Sistema Aforo de Caudal (Q)

Se realizan un total de 8 aforos de caudal volumétrico, uno por toma de alícuotas con el fin de realizar los promedios correspondientes y la respectiva composición de muestra.

Aforo de caudal

Para realizar la medición y acorde al volumen evaluado, se realiza la medición con balde de 12 lts con aforo anillado cada 500 mililitros que permite la adecuada observación del llenado del recipiente y la detención adecuada del instrumento de medición (cronómetro) Se relacionan a continuación los aforos de caudal obtenidos para la entrada del sistema.

HORA	***CAUDAL***
07:30	***Q= 1.639 L/s***
08:30	***Q= 1.64 L/s***
09:30	***Q= 2.68 L/s***
10:30	***Q= 2.1 L/s***
11:30	***Q= 1.91 L/s***
12:30	***Q= 1.78 L/s***
13:30	***Q= 1.70 L/s***
14:30	***Q= 1.781 L/s***

Entrada del Sistema Aforo de Caudal (Q)

Se realizan un total de 8 aforos de caudal volumétrico, uno por toma de alícuotas con el fin de realizar la respectiva composición de muestra.

Aforo de caudal

Para realizar la medición y acorde al volumen evaluado, se realiza la medición con balde de 10 lts con aforo anillado, luego se hace medición con probeta de 1000 mL que permite la adecuada lectura del volumen y la detención adecuada del instrumento de medición (cronómetro) Se relacionan a continuación los caudales de la salida del sistema.

Hora	***Caudal***
07:45	***Q= 12.35 L/s***
08:45	***Q= 0.026 L/s***
09:45	***Q= 0.031 L/s***
10:45	***Q= 2.11 L/s***
11:45	***Q= 0.084 L/s***
12:45	***Q= 0.088 L/s***
13:45	***Q= 0.019 L/s***
14:45	***Q= 0.022 L/s***

Salida del Sistema Aforo de Caudal (Q)

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1.1 Entrada Sistema

Demanda Bioquímica y Química de oxígeno

La presencia de materia orgánica y su estabilidad fijan las concentraciones de Oxígeno Disuelto, es preciso mencionar el análisis para la determinación de esta según la Demanda Bioquímica y Química de oxígeno. Como se mencionó anteriormente los parámetros están relacionados a las concentraciones de oxígeno en el agua estas pueden determinar la acción de microorganismos presentes en la degradación de materia orgánica y determinar la cantidad de esta presente en el agua. Se evidencian procesos de anoxia en ambos puntos de monitoreo, Para la muestra analizada se encontró un valor para la **DBO_5** de mg/L O_2, frente a un dato de mg/L O_2 para la **DQO**, lo cual no es un valor de normalidad aparente para el tipo de agua residual presente en el municipio.

Solidos Sedimentables

Por su parte los **Sólidos Sedimentables** reportaron una presencia significativa para la entrada del sistema. El valor promedio hallado fue de mg/L. La presencia de sólidos se puede relacionar con valores de **Turbiedad** alta ya que esta depende en su gran mayoría de dichas partículas y por los sólidos provenientes del agua residual a tratar, se realiza la toma antes de las rejillas de retención de sólidos instaladas.

Hora	*Sólidos sedimentables mg/l*
07:30	0.5 mg/l
08:30	14 mg/l
09:30	37 mg/l
10:30	21 mg/l
11:30	32 mg/l
12:30	0.2 mg/l
13:30	0.5 mg/l
14:30	0.6 mg/l

Tensoactivos SAAM:

La entrada al sistema presenta un valor de mg/L, no se evidencia presencia de espuma en la entrada del sistema en ninguna de las tomas de alícuotas, ni en la muestra resultante de la compuesta, la resolución 631 de 2015, establece el reporte de datos, más no impone un límite para el vertimiento, ni porcentaje de remoción.

Grasas y Aceites

Compuestos orgánicos como las grasas y aceites, registraron un valor de mg/L en la entrada del sistema, se observa iridiscencia en la caja de inspección, lugar de toma de la muestra, se debe revisar el aumento de la concentración al ingreso del sistema, ya que el mismo se encuentra ligado al óptimo funcionamiento del sistema de tratamiento, pese a la alta concentración se evidencia remoción optima del determinante especifico en el sistema de tratamiento, se debe evaluar procesos o aportes diferentes a los correspondientes a agua residual doméstica en la inspección de San Antonio.

Hidrocarburos Totales

Para el análisis respectivo, la resolución 631 de 2015 establece el reporte y análisis del parámetro, siendo el valor de este mg/L para el punto de ingreso al sistema.

Con relación a los aspectos medio ambientales de la presencia de HC en ambientes naturales, fuera de control, los compuestos monocíclicos como benceno, xileno, tolueno, todos componentes de combustibles, poseen propiedades carcinogenética (Maltoni, 1997)

En un evento de vertido en el medio acuático, componentes de los HCT pueden tomar varias formas o tipos, emulsiones, o, especialmente los hidrocarburos aromáticos (HAR), pueden ser solubles y disolverse en el agua y quedar biodisponibles con mayor facilidad para los seres vivos, lo que los hace críticos para los ecosistemas acuáticos locales.

Ortofosfatos

Los compuestos del fosforo se encuentran en pequeñas cantidades en las aguas superficiales y en mayores concentraciones en las aguas residuales, pueden generar efectos nocivos como la eutrofización de las aguas receptoras de un vertimiento si no se realiza el tratamiento adecuado, los ortofosfatos son vitales para la nutrición de las plantas y condicen al crecimiento de algas superficiales, pueden provenir de fertilizantes, jabones, o lavado de suelos, para el caso de la muestra de ingreso al sistema se reporta un valor de mg/l, lo cual es un valor

Nitrógeno Amoniacal

El nitrógeno amoniacal presente en el agua (TAN: nitrógeno amoniacal total) es un compuesto altamente tóxico que se forma como resultado de la propia actividad fisiológica de los organismos y de la descomposición del material proteico presente en el agua.
La proporción en la que el nitrógeno amoniacal se encuentra en el agua en forma ionizada (ión amonio o NH4 +) o no ionizada (amoniaco o NH3) depende del pH y temperatura del agua.

La forma no ionizada (NH3) es extremadamente tóxica para los peces. A medida que aumenta el pH y la temperatura, la forma del compuesto más abundante en el agua es NH3. El amonio produce efectos desfavorables en los peces por lo que debe eliminarse del sistema siguiendo el proceso natural conocido como nitrificación, para el punto el valor registrado es de mg/l, lo cual es un valor para el punto de ingreso al sistema.

Nitrógeno Total Kjeldahl

El nitrógeno total Kjeldahl es definido como la suma de amonio libre y compuestos orgánicos nitrogenados que son convertidos a sulfato de amonio, después de la digestión de la muestra con ácido sulfúrico y en presencia de un catalizador. El amonio es destilado en medio alcalino y recuperado nuevamente para su cuantificación. El valor registrado para el punto fue de mg/l.

Nitratos

Los compuestos nitrogenados, que para el caso de aguas residuales se encuentran normalmente en la forma más estable del nitrógeno, es decir en nitratos, como resultado de la oxidación de la materia orgánica, registró concentraciones de mg/L $N\text{-}NO_3$, que supone media concentración del parámetro en la muestra evaluada, un valor muy alto dificulta la oxidación del nitrógeno. Un valor por encima de 45 mg/l compromete la salud de las personas asociadas al recurso hídrico, al interferir con los procesos metabólicos de oxigenación en el organismo.

Con respecto al cumplimiento normativo, los valores reportados no tienen un valor determinado para vertimiento, pero se exige el reporte y análisis del parámetro como parte del desarrollo de la actividad, adicional a dicho cumplimiento, la evaluación de los nitratos permite visualizar el comportamiento de la planta con respecto a su aporte de carga orgánica, y a los procesos realizados para la disminución de la misma en el vertimiento final.

El nitrato es un contaminante común que se encuentra en el agua subterránea, residual y superficial, que puede provocar efectos nocivos si se consume en altos niveles. El nitrato es inodoro e incoloro. Bajas concentraciones de nitrato son normales, pero altas cantidades pueden contaminar las fuentes de agua. (Central Coast Regional Water Quality Control, 2013

Nitritos

La presencia de nitritos en el agua**,** es indicador de contaminación por materia fecal reciente (Catalan, 1971) en aguas bien oxigenadas no supera 0,04 mg/l de concentración (Stumm y Morgan, 1981) los nitritos se encuentran en un estado de oxidación intermedio entre el amonio y el nitrato, los nitritos en concentraciones altas reaccionan generando aminas nitrosamidas y amidas potencialmente cancerígenas y tóxicas (OMS 1980), valores superiores a 1 mg/l son altamente tóxicos y representan un peligro potencial a la salud pública, para la muestra correspondiente a la entrada del sistema de tratamiento, se reportan datos de, lo cual es una cantidad baja al ingreso del sistema.

Los nitritos son compuestos no deseados en la composición de las aguas potables de consumo público. Su presencia puede deberse a una oxidación incompleta del amoníaco o a la reducción de nitratos existentes en el agua.

La reducción de nitratos a nitritos puede llevarse a efecto por la acción bacteriana. El agua que contenga nitritos puede considerarse sospechosa de una contaminación reciente por materias fecales.

Algunas aguas, debido a los terrenos por donde discurren o a las condiciones de almacenamiento pobre en oxígeno, pueden presentar cierto contenido de nitritos.

Los nitritos existentes en un agua pueden tener un efecto perjudicial sobre la salud de quien la consuma, si se encuentran una concentración bastante elevada. La enfermedad producida por la ingestión de nitritos se denomina metahemoglobinemia.

Es recomendable la ausencia de nitritos en un agua de consumo; y como nivel máximo tolerable hasta 0,1 mg NO^{2-}/l. Cantidades superiores a ésta hacen suponer que el agua es rica en materia orgánica en vía de oxidación, para el punto el valor registrado está por debajo de ese registro.

Fosforo Total

Como componente adicional y entendiendo su participación en el desarrollo vegetal y animal se analiza el **Fósforo Total,** el cual al encontrarse en grandes cantidades en un cuerpo de agua es participe de procesos de eutrofización y colmatación, que para el estudio actual dichos procesos son nulos en todos los puntos monitoreados.

Lo anterior en el caso del presente estudio está demarcado por una alta concentración de este elemento en el agua, determinada por un valor de mg/L P, siendo este al igual que todos los valores particulares, determinantes de calidad en el agua en cuanto a este parámetro se refiere.

El fósforo total es la suma de los compuestos de las tres formas de fósforo. Las aguas residuales domésticas tienen una concentración de fósforo total de aproximadamente 5-15 mg/L. Es importante reseñar que la descarga tanto de fósforo como de nitrógeno debe ser controlada porque puede provocar un crecimiento excesivo de algas en las aguas receptoras.

Se debe evaluar posibles aportes diferenciales a las características de las aguas residuales domésticas y que puedan estar ingresando al sistema de tratamiento, para lo cual se recomienda revisión de procesos y conexiones a las redes de alcantarillado en la inspección de san Antonio en el municipio de Anapoima Cundinamarca.

Conductividad

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por esta razón, el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos *(Romero 2009).*

TABLA 1. Relación mineralización - conductividad.

CONDUCTIVIDAD	MINERALIZACIÓN
< 100 µs/cm	mineralización muy débil
100 µs/cm - < 200 µs/cm	mineralización débil
200 µs/cm - < 333 µs/cm	mineralización media
333 µs/cm - < 666 µs/cm	mineralización media acentuada
666 µs/cm - < 1000 µs/cm	mineralización importante
> 1000 µs/cm	mineralización elevada

FUENTE: Análisis del agua. *(Rodier 2009).*

Para el punto se registra un valor entre 2059 y 2170 µs/ cm, lo que ubica nuestra muestra en un rango de mineralización elevada, siendo inadecuada para la disposición final del recurso a la fuente de agua.

Sólidos suspendidos Totales

Es el Material que permanece en suspensión en el agua residual y se determina como la cantidad de material retenido después de realizar la filtración de una muestra, para el punto de monitoreo se registró un valor de mg/l, lo cual indica un valor alto de sólidos suspendidos en la muestra analizada, dicha eventualidad favorece el taponamiento de los sistemas de filtración en la planta de tratamiento en relación a aguas con menor valor para el parámetro, los mantenimientos se deben realizar más frecuentemente optimizando la remoción de los mismos.

pH

Es un indicador muy importante a la hora de evaluar las aguas sin importar la matriz de procedencia, un pH alterado permite evidenciar la contaminación de una fuente procedente de la incorporación al cuerpo de agua o al vertimiento de sustancias de comportamiento acido o alcalino, para el punto objeto de análisis el pH registrado fue de lo cual lo hace una muestra neutra, en dicho valor, se tiene las condiciones óptimas para la reproducción de la ictiofauna local, así como para la conservación del ecosistema.

7.1.2 Salida Sistema

Demanda Bioquímica y Química de oxígeno

La presencia de materia orgánica y su estabilidad fijan las concentraciones de Oxígeno Disuelto, es preciso mencionar el análisis para la determinación de esta según la **Demanda Bioquímica** y **Química de oxígeno**.

Como se mencionó anteriormente los parámetros están relacionados a las concentraciones de oxígeno en el agua estas pueden determinar la acción de microorganismos presentes en la degradación de materia orgánica y determinar la cantidad de esta presente en el agua.

Para la muestra analizada se encontró un valor para la **DBO_5** de mg/L O_2, frente a un dato de mg/L O_2 para la **DQO**. Lo cual acorde a la nueva resolución de vertimientos, incumple el límite máximo permisible establecido por la resolución 631 de 2015 para los dos parámetros evaluados, siendo necesaria la evaluación de alternativas de tratamiento que permitan ajustar el recurso vertido a los límites permisibles.

Solidos Sedimentables

Por su parte los **Sólidos Sedimentables** reportaron una presencia significativa para la salida del sistema. El valor promedio hallado fue menor allimite de detecci+on <0.1 mg/L, siendo un buen determinante para la salida del sistema, teniendo en cuenta que acorde al tratamiento no debería generarse sólidos sedimentables o ser muy bajo su concentración respecto al vertimiento analizados, La presencia de sólidos se puede relacionar con valores de **Turbiedad** alta ya que esta depende en su gran mayoría de dichas partículas y por los sólidos provenientes del agua residual a tratar, se realiza la toma antes de las rejillas de retención de sólidos instaladas.

Hora	*Sólidos sedimentables mg/l*
06:15	*<0.1 mg/l*
07:15	*<0.1 mg/l*
08:15	*<0.1 mg/l*
09:15	*<0.1 mg/l*
10:15	*<0.1 mg/l*
11:15	*<0.1 mg/l*
12:15	*<0.1 mg/l*
13:15	*<0.1mg/l*

Tensoactivos SAAM:

La salida del sistema presenta un valor de mg/L se evidencia presencia de espuma en la salida del sistema durante el monitoreo, la resolución 631 de 2015, establece el reporte de datos, más no impone un límite para el vertimiento, ni porcentaje de remoción, por lo cual se establece cumplimiento normativo total en lo que a este parámetro concierne.

Grasas y Aceites

Compuestos orgánicos como las grasas y aceites, registraron un valor de mg/L en la salida del sistema lo cual indica que el parámetro no está cumpliendo la norma, acorde a lo planteado por la resolución 631 de 2015, toda vez que la misma establece un valor máximo permisible de 20 mg/L de concentración para el vertimiento al cuerpo de agua.

Hidrocarburos Totales

Con relación a los aspectos medio ambientales de la presencia de HC en ambientes naturales, fuera de control, los compuestos monocíclicos como benceno, xileno, tolueno, todos componentes de combustibles, poseen propiedades carcinogenética (Maltoni, 1997)

En un evento de vertido en el medio acuático, componentes de los HCT pueden tomar varias formas o tipos, emulsiones, o, especialmente los hidrocarburos aromáticos (HAR), pueden ser solubles y disolverse en el agua y quedar biodisponibles con mayor facilidad para los seres vivos, lo que los hace críticos para los ecosistemas acuáticos locales.

Para el análisis respectivo, la resolución 631 de 2015 establece el reporte y análisis del parámetro, siendo el valor de este mg/l para el punto de salida del sistema, dicho valor indica una presencia de contaminantes asociados al parámetro evaluado.

Ortofosfatos

Los compuestos del fosforo se encuentran en pequeñas cantidades en las aguas superficiales y en mayores concentraciones en las aguas residuales, pueden generar efectos nocivos como la eutrofización de las aguas receptoras de un vertimiento si no se realiza el tratamiento adecuado, los ortofosfatos son vitales para la nutrición de las plantas y condicen al crecimiento de algas superficiales, pueden provenir de fertilizantes, jabones, o lavado de suelos, para el caso de la muestra de salida del sistema se reporta un valor de mg/l, se debe regular el parámetro, toda vez que el vertimiento de agua con valores de compuestos de fosforo alto o nitrógeno, ayuda al crecimiento de algas superficiales en la fuente receptora.

Nitrógeno Amoniacal

El nitrógeno amoniacal presente en el agua (TAN: nitrógeno amoniacal total) es un compuesto altamente tóxico que se forma como resultado de la propia actividad fisiológica de los organismos y de la descomposición del material proteico presente en el agua.

La proporción en la que el nitrógeno amoniacal se encuentra en el agua en forma ionizada (ión amonio o NH4 +) o no ionizada (amoniaco o NH3) depende del pH y temperatura del agua.

La forma no ionizada (NH3) es extremadamente tóxica para los peces. A medida que aumenta el pH y la temperatura, la forma del compuesto más abundante en el agua es NH3. El amonio produce efectos desfavorables en los peces por lo que debe eliminarse del sistema siguiendo el proceso natural conocido como nitrificación, para el punto el valor registrado es de mg/l, lo cual es un valor para el punto de salida del sistema.

Nitrógeno Total Kjeldahl

El nitrógeno total Kjeldahl es definido como la suma de amonio libre y compuestos orgánicos nitrogenados que son convertidos a sulfato de amonio, después de la digestión de la muestra con ácido sulfúrico y en presencia de un catalizador. El amonio es destilado en medio alcalino y recuperado nuevamente para su cuantificación.

El valor registrado para el punto fue de mg/l

Nitratos

Los compuestos nitrogenados, que para el caso de aguas residuales se encuentran normalmente en la forma más estable del nitrógeno, es decir en nitratos, como resultado de la oxidación de la materia orgánica, el punto de salida del sistema, registró concentraciones de mg/l del parámetro en la muestra evaluada y una remoción respecto al valor de ingreso al sistema, un valor alto dificulta la oxidación del nitrógeno. Un valor por encima de 45 mg/l compromete la salud de las personas asociadas al recurso hídrico, al interferir con los procesos metabólicos de oxigenación en el organismo.

Con respecto al cumplimiento normativo, los valores reportados no tienen un valor determinado para vertimiento, pero se exige el reporte y análisis del parámetro como parte del desarrollo de la actividad, adicional a dicho cumplimiento, la evaluación de los nitratos permite visualizar el comportamiento de la planta con respecto a su aporte de carga orgánica, y a los procesos realizados para la disminución de la misma en el vertimiento final.

El nitrato es un contaminante común que se encuentra en el agua subterránea, residual y superficial, que puede provocar efectos nocivos si se consume en altos niveles. El nitrato es inodoro e incoloro. Bajas concentraciones de nitrato son normales, pero altas cantidades pueden contaminar las fuentes de agua. (Central Coast Regional Water Quality Control, 2013)

Nitritos

La presencia de nitritos en el agua**,** es indicador de contaminación por materia fecal reciente (Catalan, 1971) en aguas bien oxigenadas no supera 0,04 mg/l de concentración (Stumm y Morgan, 1981) los nitritos se encuentran en un estado de oxidación intermedio entre el amonio y el nitrato, los nitritos en concentraciones altas reaccionan generando aminas nitrosamidas y amidas potencialmente cancerígenas y tóxicas (OMS 1980), valores superiores a 1 mg/l son altamente tóxicos y representan un peligro potencial a la salud pública, para la muestra correspondiente a la salida del sistema de tratamiento, se reporta dato de mg/l, lo cual indica

Los nitritos son compuestos no deseados en la composición de las aguas potables de consumo público. Su presencia puede deberse a una oxidación incompleta del amoníaco o a la reducción de nitratos existentes en el agua.

La reducción de nitratos a nitritos puede llevarse a efecto por la acción bacteriana. El agua que contenga nitritos puede considerarse sospechosa de una contaminación reciente por materias fecales.

Algunas aguas, debido a los terrenos por donde discurren o a las condiciones de almacenamiento pobre en oxígeno, pueden presentar cierto contenido de nitritos.

Los nitritos existentes en un agua pueden tener un efecto perjudicial sobre la salud de quien la consuma, si se encuentran una concentración bastante elevada. La enfermedad producida por la ingestión de nitritos se denomina metahemoglobinemia.

Es recomendable la ausencia de nitritos en un agua de consumo; y como nivel máximo tolerable hasta 0,1 mg NO^{2-}/l. Cantidades superiores a ésta hacen suponer que el agua es rica en materia orgánica en vía de oxidación, para el punto el valor registrado está por debajo de ese registro.

Fosforo Total

Como componente adicional y entendiendo su participación en el desarrollo vegetal y animal se analiza el **Fósforo Total,** el cual al encontrarse en grandes cantidades en un cuerpo de agua es participe de procesos de eutrofización y colmatación, que para el estudio actual dichos procesos son nulos en todos los puntos monitoreados.

Lo anterior en el caso del presente estudio está demarcado por una concentración de este elemento en el agua, determinada por un valor de mg/L P, se observa alta remoción de los compuestos de fosforo total, presentando conservación y aumento del determinante en las concentraciones evidenciadas a la salida del sistema, dicha situación evidencia salida del sistema de materia orgánica particulada sin cumplimiento normativo, comprometiendo el cuerpo de agua receptor a fenómenos de eutrofización vinculados a dicho parámetro, es determinante en la calidad en el agua en el cuerpo receptor.

El fósforo total es la suma de los compuestos de las tres formas de fósforo. Las aguas residuales domésticas tienen una concentración de fósforo total de aproximadamente 5-15 mg/L, por lo cual el valor reportado está fuera de un rango esperado de contaminación, siendo fundamental evaluar su remoción adecuada.

se tiene especial cuidado con este parámetro toda vez que afecta de forma significativa la fuente receptora, tanto el fósforo como el nitrógeno deben ser controlados, ya que puede provocar un crecimiento excesivo de algas en las aguas receptoras.

Conductividad

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por esta razón, el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos *(Romero 2009).*

La medida de la conductividad permite evaluar de forma rápida y aproximada la mineralización global del agua y seguir la evolución. En general la conductividad se eleva de forma progresiva de arriba hacia abajo en los cursos de agua; las divergencias son tanto más importante cuanto más débil es la mineralización inicial, en particular en las zonas con sustrato acido o subsuelo silíceo.

En las aguas superficiales y los vertidos de aguas residuales, se pueden producir con rapidez durante el día modificaciones importantes en la conductividad. Se puede admitir que la situación es particular o anormal más allá de 2000 µS/cm *(Rodier, 2009).*

TABLA 1. Relación mineralización - conductividad.

CONDUCTIVIDAD	MINERALIZACIÓN
< 100 µs/cm	mineralización muy débil
100 µs/cm - < 200 µs/cm	mineralización débil
200 µs/cm - < 333 µs/cm	mineralización media
333 µs/cm - < 666 µs/cm	mineralización media acentuada
666 µs/cm - < 1000 µs/cm	mineralización importante
> 1000 µs/cm	mineralización elevada

FUENTE: Análisis del agua. *(Rodier 2009).*

Para el punto se registra un valor entre 1911 µs y 1969, lo que ubica nuestra muestra en un rango de mineralización elevada, se evidencia baja la retención del fluido en los tanques de filtración, razón por la cual se prevé que la muestra sea el resultado del vertimiento secuencial de la trampa de grasas ubicada en el punto de tratamiento inmediatamente anterior al vertimiento, se da cumplimiento normativo, toda vez que dicho parámetro no se encuentra establecido por el decreto 1594 de 1984 ni en la resolución 631 de 2015, se evalúa de forma voluntaria, con el fin de establecer la relación de mineralización de la muestra y evaluar posibles alternativas de tratamiento que ayuden o coacciones la mejora de parámetros relacionados.

Sólidos suspendidos Totales

Es el Material que permanece en suspensión en el agua residual y se determina como la cantidad de material retenido después de realizar la filtración de una muestra, para el punto de monitoreo se registró un valor de mg/l, , el vertimiento no debe superar los 90 mg/l para este parámetro en específico, ya que dicha eventualidad favorece el taponamiento de los sistemas naturales en la fuente, creando represamientos y malas condiciones ambientales, en relación a aguas con menor valor para el parámetro, los mantenimientos se deben realizar más frecuentemente optimizando la remoción de los mismos, como sugerencia, se debe evaluar los tiempos de retención de los filtros Rotoplas y el adecuado uso de los mismos.

pH

Es un indicador muy importante a la hora de evaluar las aguas sin importar la matriz de procedencia, un pH alterado permite evidenciar la contaminación de una fuente procedente de la incorporación al cuerpo de agua o al vertimiento de sustancias de comportamiento acido o alcalino, para el punto objeto de análisis el pH registrado fue de

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los porcentajes de remoción se recomienda considerar los factores que pueden afectar la eficiencia del sistema, para poder aumentar la eficiencia y dar cumplimiento a la norma.

La relación encontrada entre la DBO5 y la DQO indica las posibilidades de biodegradabilidad. Los valores indicativos son:

- DQO/DBO5 = 1,5 ---> Materia orgánica muy degradable
- DQO/DB05 = 2,0 ---> Materia orgánica moderadamente degradable
- DQO/DBO5 = 1,0 ---> Materia orgánica poco degradable

Para criterio de norma y parámetros en el decreto nacional de vertimientos se observa cumplimiento parcial, con cercanía a los límites permisibles en algunos de los parámetros, para lo cual se debe trabajar en el adecuado funcionamiento de la PTAR en aras de optimizar los parámetros cercanos al límite normativo.

Se evalúa el complimiento normativo con base a la tabla presentada en la resolución 631 de 2015 capítulo V, ARD - ARnD de los prestadores de servicio público de alcantarillado a cuerpos de agua superficial, con aporte carga contaminante menor o igual a 625 kg/ día DBO5, esto debido a que la carga generada no ha superado en ningún monitoreo los 625 kg/día, el cumplimiento y seguimiento normativo, debe ser enfocado en la valoración de los límites permisibles establecidos por la norma y su acatamiento.

Se establece mediante cuadro cada uno de los parámetros contemplados por la norma, no se tiene en cuenta la cercanía al límite permisible, sino el cumplimiento o incumplimiento de la norma en mención, se debe trabajar arduamente para el adecuado cumplimiento normativo en cuatro parámetros específicos, como se menciona a continuación:

Parámetro	**Unidades**	**Resultados Monitoreos**		**Resolución 0631 de 2015 Articulo 8**
		Entrada Sistema	**Salida Sistema**	
DBO	mg/L			90
DQO	mg/L			180
Solidos Suspendidos Totales	mg/L			90
Nitritos	mg/L N-NO_3			Análisis y reporte
Nitratos	mg/L N-NO_2			Análisis y reporte
Solidos Sedimentables				5
pH	Unidad			6 a 9
Grasas y Aceites	mg/L			20
Fosforo Total	mg/L P			Análisis y reporte
ortofosfatos	mg/L PO_4			Análisis y reporte
Nitrógeno Amoniacal	mg/L N			Análisis y reporte
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L N			Análisis y reporte
Detergentes Aniónicos	mg/L SAAM			Análisis y reporte
Hidrocarburos totales	mg/L			Análisis y reporte

Fuente: CIAN, diciembre de 2024

Se hace necesario para el cumplimiento normativo la reducción de la carga orgánica en el sistema, la misma puede darse con el aumento en el tiempo de retención, además de realizar remoción de los lodos en el tanque sedimentador secundario.

BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DE SALUD. *Decreto 1594 de 1984.*

GONZALEZ GLADYS (2012). *Microbiología del agua, conceptos y aplicaciones. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Primera edición. Bogotá.*

MORENO MARIA (2003). *Toxicología ambiental, evaluación de riesgo para la salud humana. Editorial Mc Graw Hill. Primera edición. Madrid.*

RODIER JEAN (2009). *Análisis del agua. Ediciones Omega. Novena edición. Barcelona.*

ROMERO JAIRO (2009). *Calidad del agua. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Tercera edición. Bogotá.*

ROLDAN GABRIEL (2008). *Fundamentos de limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Segunda edición. Medellín.*

SIERRA CARLOS (2011). *Calidad del agua, evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U. Primera edición. Medellín.*

METCALF & EDDY (1995). *Ingeniería de aguas residuales, tratamiento vertido y reutilización. Volumen 1 y 2. Mc Graw Hill. Tercera edición. Madrid.*

VALENCIA JORGE (2000). *Teoría y práctica de la purificación del agua. Mc Graw Hill. Tercera edición. Bogotá.*

RODIER, J. *(1981). Análisis de las Aguas. Paris, France*

GARFIELD, F.M. *(1990). Quality Assurance principles for Analytical Laboratories.AOAC, USA*

World Health Organization*, (1978). Genova. Nitrates, Nitrites, and Nitroso compounds. En: Environmental Health Criteria 5.*

Shuval, I. H*. et al., (1977). Health effects of nitrates in wather. EPA-600/1-1-77-030.*