

PTAR SAN ROQUE , 2024

INFORME CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE AGUAS RESIDUALES

SERVICIOS JOYCA.

MUNICIPIO DE GAMA Y VEREDA SAN ROQUE
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA
DICIEMBRE DE 2024

VERSIÓN	CÓDIGO INFORME	OBSERVACIÓN	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	FECHA DE ELABORACIÓN
0	TE_IF_947_ARD_24[1]	Versión inicial.	Ingeniero Junior de Proyectos	Ingeniero Senior de Proyectos	Gerencia de Proyectos	Diciembre de 2024

[1] Se prohíbe la reproducción parcial o total de este informe técnico sin la autorización de CIAN S.A.S. o el contratante. Para comprobar la autenticidad de este documento, comuníquese a la empresa citando el código del informe ubicado en la tabla de esta portada.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4
OBJETIVOS 5
1. MARCO LEGAL 6
2. PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS Y AFOROS 8
2.1. Metodología para medición de aforos 20
3. DATOS METEOROLÓGICOS 21
4. CÁLCULOS Y RESULTADOS 22
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS 29
5.1. PARÁMETROS IN-SITU: pH, Temperatura, Sólidos sedimentables, Oxígeno disuelto y Conductividad 29
5.2. PARÁMETROS IN-SITU Y LABORATORIO: Análisis promedios totales y comparación con normatividad vigente -Parámetros In-Situ y laboratorio 40
CONCLUSIONES 47
BIBLIOGRAFÍA 49
ANEXOS 50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Artículo 8 de la Resolución 0631 de 2015 7
Tabla 2. Ubicación puntos de muestreo 10
Tabla 3. Registro Fotográfico Entrada PTAR San Roque 11
Tabla 4. Registro Fotográfico Salida PTAR San Roque 12
Tabla 5. Registro Fotográfico Entrada PTAR Gama 13
Tabla 6. Registro Fotográfico Salida PTAR Gama 14
Tabla 7. Metodología Toma de muestras 15
Tabla 8. Preservación y almacenamiento de muestras 17
Tabla 9. Técnicas analíticas de Laboratorio 19
Tabla 10. Datos Meteorológicos Zona de Medición y Muestreo 21
Tabla 11. Resultados parámetros fisicoquímicos y determinaciones en campo 22
Tabla 12. Datos generales de descargas, vertimientos y aforos 24
Tabla 13. Datos generales de descargas, vertimientos y aforos 24
Tabla 14. Datos Caudales Entrada PTAR San Roque 25
Tabla 15. Datos Caudales Salida PTAR San Roque 26
Tabla 16. Datos Caudales Entrada PTAR Gama 27
Tabla 17. Datos Caudales Entrada PTAR Gama 28
Tabla 18. Datos In-Situ (Entrada PTAR San Roque) 29
Tabla 19. Datos In-Situ (Salida PTAR San Roque) 30

Tabla 20. Datos In-Situ (Entrada PTAR Gama) 31
Tabla 21. Datos In-Situ (Salida PTAR Gama) 31
Tabla 22. Máximos y mínimos - Datos In-Situ (Entrada PTAR San Roque) 32
Tabla 23. Máximos y mínimos - Datos In-Situ (Salida PTAR San Roque) 32
Tabla 24. Máximos y mínimos - Datos In-Situ (Entrada PTAR Gama) 33
Tabla 25. Máximos y mínimos - Datos In-Situ (Salida PTAR Gama) 33
Tabla 26. Oxígeno Disuelto 41
Tabla 27. Sólidos Sedimentables y Sólidos suspendidos Totales 43
Tabla 28. Compuestos Organicos 44
Tabla 29. Compuestos Nitrogenados y Fosfatados 45
Tabla 30. Comportamiento Coliformes termotolerantes 46

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. pH – Muestreo compuesto (Entrada PTAR San Roque) 34
Gráfica 2. pH – Muestreo compuesto (Salida PTAR San Roque) 34
Gráfica 3. pH – Muestreo compuesto (Entrada PTAR Gama) 35
Gráfica 4. pH – Muestreo compuesto (Salida PTAR Gama) 35
Gráfica 5. Temperatura – Muestreo compuesto (Entrada PTAR San Roque) 36
Gráfica 6. Temperatura – Muestreo compuesto (Salida PTAR San Roque) 36
Gráfica 7. Temperatura – Muestreo compuesto (Entrada PTAR Gama) 37
Gráfica 8. Temperatura – Muestreo compuesto (Salida PTAR Gama) 37
Gráfica 9. Oxígeno Disuelto – Muestreo compuesto (Entrada PTAR San Roque) 38
Gráfica 10. Oxígeno Disuelto – Muestreo compuesto (Salida PTAR San Roque) 38
Gráfica 11. Oxígeno Disuelto – Muestreo compuesto (Entrada PTAR Gama) 39
Gráfica 12. Oxígeno Disuelto – Muestreo compuesto (Salida PTAR Gama) 39
Gráfica 13. pH 40
Gráfica 14. Temperatura de la Muestra 41
Gráfica 15. Concentraciones DBO_5 y DQO 42

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación General Gama 8
Ilustración 2. Ubicación General San Roque 8
Ilustración 3. Ubicación Punto de Monitoreo PTAR GAMA 9
Ilustración 4. Ubicación Punto de Monitoreo PTAR SAN ROQUE 9
Ilustración 5. Método Volumétrico 20

INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la caracterización fisicoquímica de aguas residuales generadas por el municipio de Gama y vereda San Roque, departamento de Cundinamarca; con la intención del cliente de hacer seguimiento, control y monitoreo a sus vertimientos y con ello cumplir con los requerimientos establecidos por la autoridad ambiental competente.

Para tal propósito se contrataron los servicios del Laboratorio Consultoría y Servicios Ambientales CIAN S.A.S. (NIT. 830.502.614-8), para la ejecución del monitoreo de aguas.

Con la caracterización de las muestras se podrá evaluar la calidad del agua en el punto monitoreado, a partir del análisis de las variables fisicoquímicas, teniendo en cuenta los lineamientos que establece la normatividad, regulada por las autoridades ambientales.

Los resultados de laboratorio se comparan con los valores límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. tomando como referencia el Artículo 6 y 8 – “Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles a los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas – ARND a cuerpos de aguas superficiales de actividades productivas de agroindustria y ganadería.

Las muestras de agua residual doméstica se tomaron bajo el plan de monitoreo No 947 el día 10 de diciembre del 2024 en los (4) puntos:

- Entrada Gama
- Salida Gama
- Entrada PTAR San Roque
- Salida PTAR San Roque

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente documento contiene la información de las mediciones efectuadas durante el trabajo de campo, los resultados obtenidos a partir de los análisis realizados en el laboratorio, así como la discusión de estos, tomando como referencia lo establecido en la normatividad vigente.

OBJETIVOS

General

Realizar la caracterización fisicoquímica del vertimiento generado por Servicios Joyca de Gama, para obtener su calidad de acuerdo con el cumplimiento de las normas vigentes.

Específicos

- Determinar mediante análisis fisicoquímico el estado actual de la calidad del vertimiento.
- Efectuar la interpretación de los resultados de laboratorio obtenidos para cada uno de los parámetros fisicoquímicos determinados en las muestras de agua residual y analizar el grado de cumplimiento de estos frente a los criterios normativos estipulados en el Artículo 6 y 8 de la Resolución 0631 de 2015.
- Medir el caudal del vertimiento en el punto de monitoreo asignado por el cliente.

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

1. MARCO LEGAL

En el presente informe de monitoreo de calidad de aguas, se contempla la siguiente normatividad:

La Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

En este caso se tienen en cuenta los artículos 6 valores límites máximos permisibles microbiológicos en vertimientos puntuales de aguas residuales (ARD Y ARND) a cuerpos de aguas superficiales y articulo 8 Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas -ARD de las actividades industriales, comercia/es o de servicios; y de las aguas residuales (ARD y ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales.

✓ **RESOLUCIÓN 0631 DE 2015 DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS**

ARTÍCULO 6. Parámetros microbiológicos de análisis y reporte en los vertimientos puntuales de aguas residuales (ARD y ARnD) a cuerpos de aguas superficiales. Se realizará el análisis y reporte de los valores de la concentración en Número Más Probable (NMP/100mL) de los Coliformes Termotolerantes presentes en los vertimientos puntuales de aguas residuales (ARD y ARnD) mediante las cuales se gestionen excretas humanas y/o de animales a cuerpos de aguas superficiales, cuando la carga másica en las aguas residuales antes del sistema de tratamiento es mayor a 125,00 Kg/día de DBO_5.

Parágrafo. La toma de muestras deberá realizarse de forma simultánea con la caracterización del(os) vertimiento(s) puntual(es), en el mismo período de tiempo que dure la misma y en el mismo punto de la caracterización.

ARTÍCULO 8. Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas -ARD de las actividades industriales, comercia/es o de servicios; y de las aguas residuales (ARD y ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales. Los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales Domésticas - ARD y de las Aguas Residuales no Domésticas - ARnD de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cumplir, serán los siguientes:

Tabla 1. Artículo 8 de la Resolución 0631 de 2015

Parámetro	Unidades	Aguas Residuales Domesticas-ARD Y De las aguas residuales (ARD-ARnD) De los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpo de aguas superficiales Con una carga menor o igual a 625 Kg/diaDBO_5
GENERAL		
pH	Unidades de pH	6,00 – 9,00
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	180
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)	mg/L	90
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	90
Sólidos sedimentables (SSED)	mL/L-h	5
Grasas y aceites	mg/L	20
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte
HIDROCARBUROS		
Hidrocarburos totales (HTP)	mg/L	Análisis y Reporte
COMPUESTOS DE FÓSFORO		
Ortofosfatos	mg/L	Análisis y Reporte
Fósforo Total	mg/L	Análisis y Reporte
COMPUESTOS DE NITRÓGENO		
Nitratos	mg/L	Análisis y Reporte
Nitritos	mg/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total	mg/L	Análisis y Reporte

Fuente: Resolución 0631 de 2015.

CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

2. PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS Y AFOROS

Las actividades de campo para la toma de muestras de agua residual se realizaron el día 10 de diciembre de 2024, directamente por un profesional del laboratorio Cian S.A.S., las plantas de tratamiento en el municipio de Gama y vereda San Roque, departamento de Cundinamarca.

Ilustración 1. Ubicación General Gama



Fuente: Google Earth Pro.

Ilustración 2. Ubicación General San Roque



Ilustración 3. Ubicación Punto de Monitoreo PTAR GAMA



Fuente: Google Earth Pro.

Ilustración 4. Ubicación Punto de Monitoreo PTAR SAN ROQUE



Fuente: Google Earth Pro.

Estación de muestreo. Las muestras para el análisis de parámetros fisicoquímicos se tomaron en cuatro puntos, a continuación, se presenta su ubicación geográfica:

- Entrada Gama
- Salida Gama
- Entrada PTAR San Roque
- Salida PTAR San Roque

Tabla 2. Ubicación puntos de muestreo

Punto No.	Coordenadas Geográficas	
	N	W
Entrada Gama	4°45'42,72"	73°36'28,03"
Salida Gama	4°45'44,478"	73°36'28,224"
Entrada PTAR San Roque	4°43'1,27"	73°33'25,64"
Salida PTAR San Roque	4°43'1,37"	73°33'25,56"

Fuente: Cian S.A.S.

A continuación, se presenta el registro fotográfico de la toma de muestras:

Tabla 3. Registro Fotográfico Entrada PTAR San Roque

Matriz	Agua Residual no Doméstica	**Punto 1**	Entrada PTAR San Roque
		Identificación	12493









Observaciones: Las muestras de agua residual se tomaron en la entrada del sistema de tratamiento (PTAR), la cual recibe tratamiento fisicoquímico, el vertimiento final sale presentando un color translucido, no presenta un olor, no se presenta grasas y aceites ni material flotante.

Fuente Cian S.A.S.

Tabla 4. Registro Fotográfico Salida PTAR San Roque

Matriz	Agua Residual no Doméstica	**Punto 2**	Salida PTAR San Roque
		Identificación	12494









Observaciones: Las muestras de agua residual se tomaron en la entrada del sistema de tratamiento (PTAR), la cual recibe tratamiento fisicoquímico, el vertimiento final sale presentando un color translucido, no presenta un olor, no se presenta grasas y aceites ni material flotante.

Fuente Cian S.A.S.

Tabla 5. Registro Fotográfico Entrada PTAR Gama

Matriz	Agua Residual no Doméstica	**Punto 1**	Entrada PTAR Gama
		Identificación	12495









Observaciones: Las muestras de agua residual se tomaron en la entrada del sistema de tratamiento (PTAR), la cual recibe tratamiento fisicoquímico, el vertimiento final sale presentando un color marrón claro leve, no presenta un olor, no se presenta grasas y aceites ni material flotante.

Fuente Cian S.A.S.

Tabla 6. Registro Fotográfico Salida PTAR Gama

Matriz	Agua Residual no Doméstica	**Punto 1**	Salida PTAR Gama
		Identificación	12496









Observaciones: Las muestras de agua residual se tomaron en la salida del sistema de tratamiento (PTAR), la cual recibe tratamiento fisicoquímico, el vertimiento final sale presentando un color marrón claro leve, no presenta un olor, no se presenta grasas y aceites ni material flotante.

Fuente Cian S.A.S.

❖ **Parámetros analizados.** Aceites y grasas, DBO_5, DQO, Fósforo Total, Hidrocarburos Totales, Nitratos, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno total, Nitritos, Ortofosfatos, Sólidos suspendidos totales y Tensoactivos.

❖ **Microbiológicos.** Coliformes Fecales Termotolerantes

❖ **In-Situ**: Caudal, pH, Oxígeno Disuelto, sólidos sedimentables y temperatura de la muestra.

Metodología Toma de muestras. El laboratorio Cian S.A.S. sigue los lineamientos y técnicas recomendados en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, s.f), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados UnidosU.S EPA en su Handbook for Analytical Quality Control in Water and Watewater Laboratories, y por la Asociación Americana de Trabajos del Agua en el American Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APPA AWWA,2017), además de la norma técnica Colombiana NTC-ISO 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración (ICONTEC, 2017).

La metodología de recolección de las muestras, tipo de muestra, registros de campo, cadenas de custodia, análisis “In-Situ”, preservación, almacenamiento, envío de las muestras y demás procedimientos de garantía y control de calidad en el trabajo de campo, se realizó de acuerdo con el plan de muestreo.

El monitoreo, se efectuó en forma "manual" y compuesto (cada hora durante un periodo de 24 horas continuas, para un total de 25 alícuotas); utilizando los recipientes plásticos y de vidrio. Así mismo se efectúo la medición de los parámetros in situ.

Durante el monitoreo, Cian S.A.S., siguió las políticas de seguridad e higiene ocupacional y ambiental establecidas. Los residuos sólidos de las mediciones en campo, como papel absorbente, cinta de enmascarar, guantes entre otros se almacenaron en bolsas plásticas para su posterior disposición final.

Para la toma de muestras en campo se implementa la metodología descrita en la **Tabla 7.**

Tabla 7. Metodología Toma de muestras

ACCIÓN	DETALLE
Verificar el plan de muestreo	Todos los muestreos realizados por el personal de Cian SAS deben obedecer a un plan de muestreo, previamente elaborado y aprobado por el director Operativo. El plan debe cumplir con los requerimientos del cliente y las condiciones del muestreo la información de interés debe ser relacionada en el formato de parámetros “In-Situ”.
Verificación de los implementos requeridos	Verificar que se dispone de todos los equipos, recipientes, materiales, reactivos y suministros necesarios para el muestreo, de acuerdo con el tipo de muestreo a realizar, los parámetros a medir en campo y el tipo de muestras a obtener. Dichos implementos deben haber sido preparados con la debida anterioridad en el laboratorio.
Rotulación de envases	De acuerdo con el plan de muestreo los recipientes antes de realizar el muestreo deben estar apropiadamente rotulados de acuerdo con el análisis a realizar.

ACCIÓN	DETALLE
	El rotulo contiene los siguientes datos: Numero de muestra, sitio de muestreo, análisis a realizar y preservación. Este rotulo se fija con cinta transparente ancha que lo cubre en su totalidad.
Reconocer el sitio de muestreo y el sistema de agua	Realizar un reconocimiento de todo el sistema de agua a muestrear, para tener información del proceso y dar una ubicación acertada al sitio de muestreo, de ser posible contar con las coordenadas del punto.
Ubicar y limpiar el punto de muestreo	Una vez ubicado el punto de muestreo se debe realizar una limpieza de sus alrededores para garantizar la seguridad de las operaciones y evitar la contaminación de las muestras. Según sea el caso, se deben retirar objetos, maleza, residuos y/o sustancias que obstaculicen o afecten la representatividad del sistema de agua y permita de manera segura que la persona ejecute el muestreo.
Registrar la Información del punto de muestreo	Después de obtener las muestras, se debe registrar en el formato de determinaciones In-Situla información del cliente, lugar y fecha, equipos de medición, características del sitio de muestreo y sus alrededores y las observaciones a que haya lugar, incluyendo condiciones climáticas, temperatura ambiente, condiciones de monitoreo, tipo de sistema, etc.
Calibrar y/o verificar la calibración de Equipos de medición	Después de registrar la información básica se debe calibrar y/o verificar la calibración de los equipos de medición de parámetros In-Situ requeridos (pH metro, conductímetro y/u oxímetro) con las soluciones patrón necesarias, que deben llevarse a la temperatura ambiente antes de ser utilizadas. Cuando los equipos han sido calibrados previamente en el Laboratorio o al inicio de la jornada, se debe solamente verificar su calibración.
Toma de muestras de aguas residuales, naturales y subterráneas	*Ríos, Lagunas, lagos y cuerpos de agua abiertos:* Colocar en el rotulo del recipiente la identificación del punto de toma de muestra -Sumergir el recipiente en el agua a muestrear sin ocasionar turbulencia. *Tuberías, vertederos de agua y caídas de agua:* -Poner el recipiente en el flujo de agua *Aguas subterráneas* - Sumerja el dispositivo de muestreo por el interior del pozo, dejando que se llene con agua a una profundidad conocida, transfiera la muestra de agua al recipiente adecuado de acuerdo con el parámetro a analizar. Las muestras de profundidad nunca se deben tomar de los intervalos con la tubería lisa, ya que el agua no es representativa de la profundidad a la que se activa el dispositivo de muestreo y, bajo condiciones estadísticas, su calidad puede haber sido alterada por actividad microbiológica o química. *Cuando se presentan cambios en el flujo de agua:* -Llenar un balde con muestra Llenar el recipiente con muestra hasta que quede un espacio de aire de 1 a 2 cm (flujo de agua constante y homogéneo) -Preservar la muestra tal como lo indica el rotulo del recipiente.
Tomar muestras compuestas	Tomar muestras puntuales a intervalos regulares de tiempo durante el periodo total de tiempo programado para la composición de la muestra, según esté establecido en el plan de muestreo. -Tan pronto como se obtiene cada muestra puntual se debe aforar el caudal del vertimiento -Si la muestra compuesta consiste en volúmenes iguales de cada muestra puntual (composición no proporcional al caudal), medir con una probeta graduada el volumen de cada muestra puntual y mezclarlos en cada recipiente destinado a contener la muestra compuesta. -Preservar la muestra tal como lo indica el rotulo del recipiente. -Tapar herméticamente cada recipiente. -Cuando sea necesario hacer composiciones proporcionales al caudal, cada muestra puntual a ser compuesta se recolecta en recipientes individuales apropiados, se preserva de inmediato hasta el momento de su composición. -La composición de la muestra se realiza al final del muestreo.
Composición de muestras	-Componer las muestras por volúmenes iguales de las muestras puntuales, cuando sea necesario componer proporcional al caudal se realiza así: -Tomar alícuota de cada muestra puntual obtenida un volumen proporcional al caudal, o volúmenes iguales cuando no se tiene dato del caudal o este es intermitente. Para de esta forma obtener una muestra única representativa. -Medir con una probeta graduada los volúmenes calculados de cada porción de muestra puntual y mezclar en el recipiente destinado a contener la muestra compuesta.

ACCIÓN	DETALLE
	- Preservar la muestra tal como lo indica el rotulo del recipiente. -Tapar herméticamente cada recipiente.
Medir el caudal por aforo volumétrico	El método de caudal implementado es aforo volumétrico, consiste en recolectar en un recipiente previamente calibrado, un volumen de agua conocido y tomar con precisión el tiempo de recolección, preferiblemente con cronómetro. [2] La calibración del recipiente y el tiempo de recolección deben ser muy precisos para garantizar la buena calidad de la medición del caudal. Para tal efecto, se recurre a recipientes de uso común como un balde o caneca que tenga registros de volumen. La calidad de la medición depende del cuidado que se tenga en las maniobras, por ejemplo, que ingrese al recipiente el 100% del flujo, es decir que no se presenten pérdidas y que la medición del tiempo sea muy exacta. El caudal se obtiene por la relación entre el volumen recolectado en litros y el tiempo correspondiente en segundos: ***Q = Volumen / Tiempo*** Requerimientos: a) Recipiente (balde, caneca, tanque) aforado en litros b) Cronómetro c) Cartera de aforos y planillero d) Personal: un técnico (Aforador). Cuando se toman muestras compuestas, se debe: -Purgar el balde dos o tres veces -Poner el balde graduado de tal manera que recoja todo el flujo de agua y simultáneamente activar el cronómetro. -Retirar el balde y detener simultáneamente el cronómetro. - Medir el volumen de agua obtenido, ya sea en el propio balde o por transferencia a un recipiente volumétrico (probeta, por ejemplo) debidamente graduado. -Registrar todos los datos en el formato de determinaciones In-Situy en el formato aforo y cálculo de caudal volumétrico.
Medición de parámetros In-Situ	- Tan pronto se toma cada muestra se deben medir los parámetros In-Situ establecidos en el plan de muestreo. -Las mediciones deben efectuarse lo más rápido posible (no más de 10 minutos) después de tomada la muestra siguiendo los procedimientos de análisis respectivos. -Registrar los resultados en el formato determinaciones de campo. - Determinación sólidos sedimentables a) Homogeneizar la muestra e inmediatamente llenar el Cono de Imhoff hasta la marca de 1 Litro b) Dejar sedimentar 45 minutos, una vez transcurrido este tiempo agitar suavemente la muestra cerca de los lados del cono con una varilla para facilitar la sedimentación de los sólidos adheridos a las paredes de este, mantener en reposo 15 minutos más y registrar el volumen de sólidos sedimentables del cono como mL/L-h. Si la materia sedimentable contiene bolsas de líquido y/o burbujas de aire entre partículas gruesas, evaluar el volumen de aquellas y restar del volumen de sólidos sedimentados. Tomar directamente la lectura de sólidos sedimentables del cono Imhoff
Preservación y almacenamiento de las muestras	Las muestras se preservan inmediatamente después de haber completado su totalidad, utilizando reactivos de calidad analítica, según las indicaciones del Standard Methods 24rd (2024), como se muestra en la **Tabla 8** para algunos parámetros **Tabla 8. Preservación y almacenamiento de muestras**

Determinación	Preservación	Almacenamiento máximo recomendado
Cloruro	Refrigerar ≤ 6°C	28 d
Color	Refrigerar ≤ 6°C	48 h

[2] Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas - Ideam

<table>
<tr><th>ACCIÓN</th><th>DETALLE</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>Fósforo total</td><td>Agregar H2SO4 (Ácido sulfúrico) hasta pH<2; refrigerar ≤6°C</td><td>28d</td></tr>
<tr><td>DBO</td><td>Refrigerar ≤ 6°C</td><td>6h / 48 h</td></tr>
<tr><td>DQO</td><td>Analizar lo más pronto posible, o agregar H_2SO_4 (Ácido Sulfúrico) hasta pH<2; refrigerar ≤6°C</td><td>7 d / 28d</td></tr>
<tr><td>Grasas y aceites Hidrocarburos</td><td>Agregar HCl (Ácido Clorhídrico) o H2SO4 (Ácido sulfúrico) hasta pH<2, refrigerar ≤6°C</td><td>28 d</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno amoniacal</td><td>Analizar lo más pronto posible, o agregar H2SO4 (Ácido sulfúrico) hasta pH<2; refrigerar ≤6°C</td><td>7d/28 d</td></tr>
<tr><td>Nitrato</td><td>Analizar lo más pronto posible o refrigerar ≤6°C</td><td>4 h (14 d para muestras cloradas)</td></tr>
<tr><td>Nitrato + nitrito</td><td>Agregar H2SO4 (Ácido sulfúrico) hasta pH<2, refrigerar ≤6°C</td><td>1-2d/28d</td></tr>
<tr><td>Nitritos</td><td>Analizar lo más pronto posible o refrigerar ≤6°C</td><td>48 h</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno Orgánico, Kjeldahl</td><td>Refrigerar ≤6°C; agregar H2SO4 (Ácido sulfúrico) hasta pH<2</td><td>7d /28 d</td></tr>
<tr><td>Oxígeno, disuelto:</td><td rowspan="3">Análisis inmediato, la titulación puede realizarse después de la acidificación</td><td rowspan="3">8 h</td></tr>
<tr><td>Electrodo Oxígeno, disuelto</td></tr>
<tr><td>Winkler</td></tr>
<tr><td>pH</td><td>Refrigerar ≤6°C</td><td>6h</td></tr>
<tr><td>Sólidos (SST, ST, SD)</td><td>Refrigerar ≤ 6°C</td><td>2-7 d, ver protocolo</td></tr>
<tr><td>Temperatura</td><td>Análisis inmediato</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Sustancias activas al azul de metileno SAAM (Tensoactivos)</td><td>Refrigerar ≤6°C</td><td>48 h</td></tr>
<tr><td>pH</td><td>Análisis inmediato</td><td>—</td></tr>
</table>

El rotulo que lleva cada recipiente especificará la forma en que se debe preservar la muestra.
Refrigerar = almacenar a 4° C en ausencia de luz. La preservación de la muestra debe realizarse en el momento de la toma de muestra.

Para muestras compuestas, cada alícuota debe preservarse en el momento de su recolección.

Las muestras deben ser analizadas lo más pronto posible después de su recolección. Los tiempos listados son los periodos máximos que pueden transcurrir antes del análisis para considerarlo válido. Las muestras pueden dejarse por periodos más prolongados solo si su monitoreo en el laboratorio ha demostrado que la muestra en estudio es estable durante un mayor tiempo. Algunas muestras pueden no ser estables por el periodo máximo dado en la tabla.
</td></tr>
<tr><td>Diligenciar el formato de cadena de custodia</td><td>-Una vez embaladas las muestras se diligencia la información solicitada en el formato de cadena de custodia.</td></tr>
<tr><td>Transportar las muestras al Laboratorio</td><td>- Almacenar las muestras en una nevera de icopor.
-Verificar que cada nevera contenga suficientes compresas de hielo para asegurar que la refrigeración se mantenga hasta la llegada al laboratorio. (temperatura cercana a 4ºC)
-Verificar que la tapa de cada nevera quede bien cerrada y que no se salga de su sitio durante el viaje.
-Identificar cada nevera con el logo de cian y el logo de la empresa del cliente o el nombre (rotulo sale del laboratorio). E identificar con “…manipúlese con cuidado. Este lado arriba…”
-Amarra con cinta de manera que se asegure que la nevera queda bien sellada</td></tr>
</table>

ACCIÓN	DETALLE
	-Manipular las neveras cuidadosamente, mantenerlas en posición horizontal, no golpearlas, no ubicarlas cerca de productos volátiles o corrosivos y mantenerlas alejadas de fuentes de calor. -Amarrar las neveras al vehículo de transporte para que no se maltraten en el viaje. Tratar de mantener al máximo las muestras siempre a la vista.

Fuente: Cian S.A.S.

Análisis de muestras. Para el análisis de las muestras, Cian S.A.S. se encuentra acreditado ante el Ideam a través de las Resoluciones 0602 de 10 de mayo de 2023, para producir información cuantitativa, física, química, para estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes.

Para los análisis de calidad del agua se siguen las técnicas recomendadas por el Standard Methods For The Examination of Water and Waste Water of APHA – AWWA – WPCF, 24rd Ed. 2024.En la **Tabla 9**, se presentan las técnicas analíticas utilizadas para el análisis de cada parámetro analizado.

Tabla 9. Técnicas analíticas de Laboratorio

Parámetros	Unidades	Métodos	Lím. Cuantificación
Fisicoquímicos			
Aceites y Grasas	mg/L	NTC3362:2011, Num. 4 Met C	5
DBO_5	mg/L	SM 5210B-ASTM D888-18 Mét.C	2
DQO	mg/L	SM 5220 C	30
Fósforo Total	mg/L	SM 4500-P B4,E	0,1
Hidrocarburos totales	mg/L	NTC 3362:2011-11-30 Num.7.MétF	5
Nitratos	mg/L	J. Rodier, 9a Ed Num. 7.38.1	0,2
Nitrógeno amoniacal	mg/L	S.M 4500 NH3 B, C	4
Nitrógeno Total	mg/L	J.Rodier 9a Ed 9.6	10
Nitritos	mg/L	SM 4500 NO2 B	0,04
Ortofosfatos	mg/L	SM 4500-P B1, E	0,05
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SM 2540 D	10
Tensoactivos	mg/L	SM 5540 C	0,5
Microbiológicos			
Coliformes Fecales Termotolerantes	NMP/100 mL	EPA 40 CFR Part 136.3	1
Determinaciones en campo			
Oxígeno Disuelto	mg/L	S.M 4500-O G	0,2
Sólidos Sedimentables	mL/L-h	S.M 2540 F	0,1
pH	Unidades	S.M 4500-H+B	No Aplica
Temperatura Muestra	°C	S.M 2550 B	No Aplica
Caudal	L/seg	Prot. IDEAM 2021 Num 8.1.2	No Aplica

Fuente: Cian S.A.S.

2.1. Metodología para medición de aforos

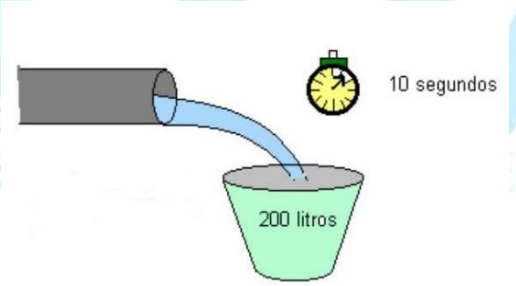
Aforar es medir un caudal. El caudal, Q, se define como el volumen de agua, V, que pasa por una sección en un determinado tiempo, t, es decir: Q = V/t. Para la ejecución de los aforos para determinación de caudal en el punto de monitoreo se tuvo en cuenta la siguiente metodología:

Método volumétrico. Es el más recomendable, sin embargo, a veces es difícil de aplicar, solamente resulta útil para caudales pequeños y donde las características físicas lo permitan. Para realizar un aforo en un sistema hidráulico, se puede medir directamente el volumen (en un recipiente aforado) y el tiempo (con un cronómetro).

- **Requerimientos:**
  Cronometro o reloj
  Balde o recipiente aforado
  Calculadora

Este método consiste en medir el tiempo en que tarda en llenar el recipiente aforado o balde a través de un cronometro o reloj. Como se evidencia en la **Ilustración 5**.

Ilustración 5. Método Volumétrico



$$Q = \frac{V}{t} = \frac{200L}{10s} = 20\frac{L}{s}$$

Fuente: CNA – Comisión Nacional del Agua

Se recomienda utilizarlo en corrientes pequeñas, en las cuales se pueda colectar en un recipiente calibrado el 100% de flujo a medir. La calibración del recipiente y el tiempo de recolección deben ser muy precisos para garantizar la buena calidad de la medición del caudal (IDEAM, 2017).

3. DATOS METEOROLÓGICOS

Aunque la zona se encuentra en temporada de lluvias, el día de monitoreo no se presentó precipitaciones, de acuerdo con las observaciones realizadas por el personal de campo. En la **Tabla 10,** se presentan los datos meteorológicos generales.

Tabla 10. Datos Meteorológicos Zona de Medición y Muestreo

DATOS METEOROLÓGICOS GENERALES		
PARÁMETROS	**SAN ROQUE**	**GAMA**
Altura media (m.s.n.m.)	1959	2173
Temperatura (°C)	22	17
Humedad Relativa (%)	65	65

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S., 2024

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

4. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Los resultados obtenidos se comparan con los valores establecidos en la Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la cual controla los vertimientos realizados a aguas superficiales y alcantarillado público, Los resultados obtenidos se comparan con los valores establecidos en la Resolución 0631 del 2015 dentro del Art 6 - 8 donde se definen características del agua para consumo humano y doméstico, actividades agrícolas, pecuarias, fines recreativos y preservación flora y fauna.

En la **Tabla 11**, se presentan los resultados para los parámetros medidos en campo (In-Situ) y analizados en laboratorio y los límites máximos permisibles según la normatividad aplicada.

Tabla 11. Resultados parámetros fisicoquímicos y determinaciones en campo

Parámetros	Unidad	ENTRADA PTAR SAN ROQUE	SALIDA PTAR SAN ROQUE	ENTRADA PTAR GAMA	SALIDA PTAR GAMA	Resolución 0631 de 2015
		12493	12494	12495	12496	Art. 9
Aceites y grasas	mg/L	<5	<5	9,35	6,14	50
DBO_5	mg/L	24	17	69	47	AYR
DQO	mg/L	<30	<30	103	73	AYR
Fosforo total	mg/L	0,54	0,36	1,26	1,36	500
Hidrocarburos totales	m^{-1}	<5	<5	<5	<5	AYR
Nitratos	m^{-1}	0,675	0,69	0,512	0,264	AYR
Nitritos	m^{-1}	0,11	0,14	0,1	0,08	AYR
Nitrógeno amoniacal	mg/L	<5	<5	14,2	9,75	450
Nitrógeno total	mg/L	<10	<10	15,8	10,6	900
Ortofosfatos	mg/L	0,27	0,18	0,63	0,69	AYR
Tensoactivos	mg/L	<0,5	<0,5	0,75	0,63	AYR
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	11	<10	39	47	AYR
MICROBIOLOGICOS						
Coliformes Fecales Termotolerantes	NMP/100 mL	855	246	920800	658600	N. E
DETERMINACIONES EN CAMPO						
Caudal	L/s	2,34	2,38	2,914	2,895	N. E
Oxígeno Disuelto	µS/cm	4,76	3,11	3,95	4,17	N. E
Sólidos Sedimentables	mg/L	0,2	<0,1	0,8	1,1	N. E
Temperatura	mL/L-h	14,80	14,89	18,68	18,68	5
pH	°C	6,36	6,21	7,76	7,56	<40

1. **Límite de Cuantificación (<):** Magnitud mínima que puede determinarse con un nivel aceptable de exactitud, lo cual es estipulado por Cian y/o el laboratorio subcontratado.
2. **AYR:** Análisis y reporte (La Resolución 0631 de 2015 establece para estos parámetros únicamente para análisis y reporte, la Resolución no establece límite de calidad permisible en estos casos).
3. **N.E.:** No Establecido (Son parámetros que no son contemplados por la Resolución).

4. Los valores que se reportan de Caudal, conductividad, oxígeno disuelto, pH, Sólidos Sedimentables y Temperatura, son los promedios de las mediciones realizadas en campo.

Fuente: Laboratorio Cian S.A.S (Informe No. 2999, muestras 12493 y 12494, Informe 3000 muestras 12495 y 12496), 2024.

Resolución 0631 de 2015: Art. 5: Del parámetro temperatura y de la zona de mezcla térmica. **Art. 9**: "Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles a los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas – ARND a cuerpos de aguas superficiales de actividades productivas de agroindustria y ganadería"

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

Aforos. Los datos tomados In-Situ se presentan a continuación.

Tabla 12. Datos generales de descargas, vertimientos y aforos

Empresa	SERVICIOS JOYCA
Fecha de muestreo	10 de diciembre de 2024
Tipo de descarga	Intermitente
Frecuencia de descarga	Diario
Tipo de Muestreo	Muestreo realizado durante ocho (24) horas, con medición de parámetros In-Situ cada hora (60 minutos) para un total de 25 alícuotas. El monitoreo inició a las 10:30 y finalizó a las 10:30 horas.
Punto de medición	Entrada y Salida PTAR San Roque
Método de aforo:	Volumétrico
Volumen proyectado para realizar el monitoreo	2,5 litros

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S, 2024

Tabla 13. Datos generales de descargas, vertimientos y aforos

Empresa	SERVICIOS JOYCA
Fecha de muestreo	10 de diciembre de 2024
Tipo de descarga	Intermitente
Frecuencia de descarga	Diario
Tipo de Muestreo	Muestreo realizado durante ocho (24) horas, con medición de parámetros In-Situ cada hora (60 minutos) para un total de 25 alícuotas. El monitoreo inició a las 10:00 y finalizó a las 10:00 horas.
Punto de medición	Entrada y Salida PTAR Gama
Método de aforo:	Volumétrico
Volumen proyectado para realizar el monitoreo	2,5 litros

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S, 2024

A continuación, se presentan los datos tomados en campo para la determinación de caudal promedio en los puntos monitoreados. Adicionalmente, las fracciones de caudal y los volúmenes de composición para cada alícuota.

Tabla 14. Datos Caudales Entrada PTAR San Roque

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES	FORMATO MUESTREO	CÓDIGO	OP-F-05		
		VERSIÓN			
	AFORO Y CÁLCULO DE CAUDAL VOLUMÉTICO	FECHA	2024	5	14
		PÁGINA	1	DE	1

INFORMACION LUGAR DE MUESTREO

CLIENTE: SERVICIOS JOYCA **PROYECTO** VERTIMIENTO GAMA

IDENTIFICACION PUNTO TOMA DE MUESTRA: ENTRADA PTAR SAN ROQUE

COORDENADAS (Origen Nacional): **N** **E** **PM*** 947

FECHA (año-mes-dia): **10/12/2024** **MUNICIPIO** GAMA VDA SAN ROQUE

VOLUMEN A COMPONER (L): 2,5 **CANTIDAD DE ALICUOTAS TOMADAS (n):** 25

No. ALICUOTA	HORA	PARÁMETROS		CAUDAL (Qi) Q=(L/s)	V * Qi	n * Qp	Volumen de cada Alicuota (Vi)	
		Volumen (L)	Tiempo (s)				Litros	Mililitros
1	10:30	3,2	1,30	2,462	6,15	58,70	0,105	105
2	11:30	3,5	1,59	2,201	5,50	58,70	0,094	94
3	12:30	2,6	1,37	1,898	4,74	58,70	0,081	81
4	13:30	3,5	1,48	2,365	5,91	58,70	0,101	101
5	14:30	3,7	1,71	2,164	5,41	58,70	0,092	92
6	15:30	4,0	1,83	2,186	5,46	58,70	0,093	93
7	16:30	5,1	2,37	2,152	5,38	58,70	0,092	92
8	17:30	4,3	1,78	2,416	6,04	58,70	0,103	103
9	18:30	4,1	1,80	2,278	5,69	58,70	0,097	97
10	19:30	4,4	2,04	2,157	5,39	58,70	0,092	92
11	20:30	4,9	1,85	2,649	6,62	58,70	0,113	113
12	21:30	4,2	1,69	2,485	6,21	58,70	0,106	106
13	22:30	4,5	1,56	2,885	7,21	58,70	0,123	123
14	23:30	4,0	1,78	2,247	5,62	58,70	0,096	96
15	0:30	3,6	1,58	2,278	5,70	58,70	0,097	97
16	1:30	2,9	1,49	1,946	4,87	58,70	0,083	83
17	2:30	4,3	1,78	2,416	6,04	58,70	0,103	103
18	3:30	3,6	1,87	1,925	4,81	58,70	0,082	82
19	4:30	4,2	1,98	2,121	5,30	58,70	0,090	90
20	5:30	4,0	1,69	2,367	5,92	58,70	0,101	101
21	6:30	4,2	1,40	3,000	7,50	58,70	0,128	128
22	7:30	5,9	1,78	3,315	8,29	58,70	0,141	141
23	8:30	4,0	1,76	2,273	5,68	58,70	0,097	97
24	9:30	5,3	2,35	2,255	5,64	58,70	0,096	96
25	10:30	4,1	1,81	2,265	5,66	58,70	0,096	96
Caudal promedio del muestreo (Qp) L/s:				**2,348**	**Volumen a componer ml**		2,500	

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S- 2024

Tabla 15. Datos Caudales Salida PTAR San Roque

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES	**FORMATO MUESTREO**	**CÓDIGO**	OP-F-05		
		VERSIÓN			
	AFORO Y CÁLCULO DE CAUDAL VOLUMÉTICO	**FECHA**	2024	5	14
		PÁGINA	1	DE	1

INFORMACION LUGAR DE MUESTREO

CLIENTE: SERVICIOS JOYCA **PROYECTO** VERTIMIENTO GAMA

IDENTIFICACION PUNTO TOMA DE MUESTRA: SALIDA PTAR SAN ROQUE

COORDENADAS (Origen Nacional): **N** **E** **PM*** 947

FECHA (año-mes-dia): **10/12/2024** **MUNICIPIO** GAMA VDA SAN ROQUE

VOLUMEN A COMPONER (L): 3,5 **CANTIDAD DE ALICUOTAS TOMADAS (n):** 25

No. ALICUOTA	HORA	PARÁMETROS		CAUDAL (Qi) Q=(L/s)	V * Qi	n * Qp	Volumen de cada Alicuota (Vi)	
		Volumen (L)	Tiempo (s)				Litros	Mililitros
1	10:30	6,3	2,31	2,727	9,55	59,74	0,160	160
2	11:30	5,5	2,45	2,245	7,86	59,74	0,132	132
3	12:30	4,9	1,97	2,487	8,71	59,74	0,146	146
4	13:30	5,6	2,64	2,121	7,42	59,74	0,124	124
5	14:30	6,0	2,57	2,335	8,17	59,74	0,137	137
6	15:30	6,5	2,95	2,203	7,71	59,74	0,129	129
7	16:30	3,3	1,71	1,930	6,75	59,74	0,113	113
8	17:30	5,4	2,95	1,831	6,41	59,74	0,107	107
9	18:30	5,1	1,91	2,670	9,35	59,74	0,156	156
10	19:30	6,8	2,45	2,776	9,71	59,74	0,163	163
11	20:30	4,2	1,50	2,800	9,80	59,74	0,164	164
12	21:30	4,5	1,88	2,394	8,38	59,74	0,140	140
13	22:30	4,0	1,85	2,162	7,57	59,74	0,127	127
14	23:30	6,5	2,79	2,330	8,15	59,74	0,136	136
15	0:30	4,6	2,01	2,289	8,01	59,74	0,134	134
16	1:30	5,5	2,52	2,183	7,64	59,74	0,128	128
17	2:30	6,0	2,24	2,679	9,38	59,74	0,157	157
18	3:30	4,5	1,88	2,394	8,38	59,74	0,140	140
19	4:30	3,9	1,58	2,468	8,64	59,74	0,145	145
20	5:30	4,3	2,28	1,886	6,60	59,74	0,110	110
21	6:30	4,2	2,44	1,721	6,02	59,74	0,101	101
22	7:30	5,4	1,83	2,951	10,33	59,74	0,173	173
23	8:30	4,8	1,84	2,609	9,13	59,74	0,153	153
24	9:30	6,3	2,02	3,119	10,92	59,74	0,183	183
25	10:30	4,6	1,89	2,434	8,52	59,74	0,143	143
Caudal promedio del muestreo (Qp) L/s:				**2,3897**	**Volumen a componer ml**		3,500	

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S- 2024

Tabla 16. Datos Caudales Entrada PTAR Gama

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES	FORMATO MUESTREO	CÓDIGO	OP-F-05		
		VERSIÓN			
	AFORO Y CÁLCULO DE CAUDAL VOLUMÉTICO	FECHA	2024	5	14
		PÁGINA	1	DE	1

INFORMACION LUGAR DE MUESTREO

CLIENTE: SERVICIOS JOYCA **PROYECTO** VERTIMIENTO GAMA

IDENTIFICACION PUNTO TOMA DE MUESTRA: ENTRADA PTAR GAMA

COORDENADAS (Origen Nacional): **N** **E** **PM*** 947

FECHA (año-mes-dia): **10/12/2024** **MUNICIPIO** GAMA VDA CUNDINAMARCA

VOLUMEN A COMPONER (L): 2,5 **CANTIDAD DE ALICUOTAS TOMADAS (n):** 25

No. ALICUOTA	HORA	PARÁMETROS		CAUDAL (Qi) Q=(L/s)	V * Qi	n * Qp	Volumen de cada Alicuota (Vi)	
		Volumen (L)	Tiempo (s)				Litros	Mililitros
1	10:00	3,0	0,94	3,191	7,979	72,854	0,110	110
2	11:00	3,0	0,84	3,571	8,929	72,854	0,123	123
3	12:00	3,5	0,90	3,889	9,722	72,854	0,133	133
4	13:00	4,5	1,16	3,879	9,698	72,854	0,133	133
5	14:00	4,0	1,31	3,053	7,634	72,854	0,105	105
6	15:00	3,0	1,01	2,970	7,426	72,854	0,102	102
7	16:00	3,3	1,27	2,598	6,496	72,854	0,089	89
8	17:00	2,5	0,92	2,717	6,793	72,854	0,093	93
9	18:00	3,0	1,13	2,655	6,637	72,854	0,091	91
10	19:00	3,2	0,99	3,232	8,081	72,854	0,111	111
11	20:00	2,8	0,91	3,077	7,692	72,854	0,106	106
12	21:00	3,2	1,36	2,353	5,882	72,854	0,081	81
13	22:00	3,7	1,35	2,741	6,852	72,854	0,094	94
14	23:00	3,0	0,97	3,093	7,732	72,854	0,106	106
15	0:00	2,4	0,99	2,424	6,061	72,854	0,083	83
16	1:00	2,5	1,21	2,066	5,165	72,854	0,071	71
17	2:00	2,5	1,19	2,101	5,252	72,854	0,072	72
18	3:00	2,5	0,99	2,525	6,313	72,854	0,087	87
19	4:00	2,4	0,92	2,609	6,522	72,854	0,090	90
20	5:00	3,0	0,86	3,488	8,721	72,854	0,120	120
21	6:00	3,2	1,58	2,025	5,063	72,854	0,069	69
22	7:00	2,8	1,12	2,500	6,250	72,854	0,086	86
23	8:00	3,0	0,90	3,333	8,333	72,854	0,114	114
24	9:00	2,8	0,88	3,182	7,955	72,854	0,109	109
25	10:00	3,4	0,95	3,579	8,947	72,854	0,123	123
Caudal promedio del muestreo (Qp) L/s:				**2,914**	**Volumen a componer ml**		2,500	

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S- 2024

Tabla 17. Datos Caudales Entrada PTAR Gama

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES	**FORMATO MUESTREO**	**CÓDIGO**	OP-F-05		
		VERSIÓN			
	AFORO Y CÁLCULO DE CAUDAL VOLUMÉTICO	**FECHA**	2024	5	14
		PÁGINA	1	DE	1

INFORMACION LUGAR DE MUESTREO

CLIENTE: SERVICIOS JOYCA **PROYECTO** VERTIMIENTO GAMA

IDENTIFICACION PUNTO TOMA DE MUESTRA: SALIDA PTAR GAMA

COORDENADAS (Origen Nacional): **N** **E** **PM*** 947

FECHA (año-mes-dia): **10/12/2024** **MUNICIPIO** GAMA VDA CUNDINAMARCA

VOLUMEN A COMPONER (L): 3,5 **CANTIDAD DE ALICUOTAS TOMADAS (n):** 25

No. ALICUOTA	HORA	PARÁMETROS		CAUDAL (Qi) Q=(L/s)	V * Qi	n * Qp	Volumen de cada Alicuota (Vi)	
		Volumen (L)	Tiempo (s)				Litros	Mililitros
1	10:00	3,0	2,16	1,389	4,861	72,429	0,067	67
2	11:00	3,0	0,83	3,614	12,651	72,429	0,175	175
3	12:00	3,0	0,77	3,896	13,636	72,429	0,188	188
4	13:00	4,5	0,99	4,545	15,909	72,429	0,220	220
5	14:00	3,5	0,81	4,321	15,123	72,429	0,209	209
6	15:00	3,5	0,93	3,763	13,172	72,429	0,182	182
7	16:00	4,5	1,12	4,018	14,063	72,429	0,194	194
8	17:00	3,0	1,38	2,174	7,609	72,429	0,105	105
9	18:00	2,0	0,97	2,062	7,216	72,429	0,100	100
10	19:00	3,1	0,91	3,407	11,923	72,429	0,165	165
11	20:00	3,5	1,34	2,612	9,142	72,429	0,126	126
12	21:00	2,8	0,80	3,500	12,250	72,429	0,169	169
13	22:00	2,3	0,73	3,151	11,027	72,429	0,152	152
14	23:00	3,5	0,93	3,763	13,172	72,429	0,182	182
15	0:00	3,0	1,19	2,521	8,824	72,429	0,122	122
16	1:00	2,0	1,06	1,887	6,604	72,429	0,091	91
17	2:00	1,8	1,22	1,475	5,164	72,429	0,071	71
18	3:00	2,0	1,34	1,493	5,224	72,429	0,072	72
19	4:00	2,3	1,18	1,949	6,822	72,429	0,094	94
20	5:00	2,3	1,20	1,917	6,708	72,429	0,093	93
21	6:00	3,0	1,10	2,727	9,545	72,429	0,132	132
22	7:00	2,8	1,32	2,121	7,424	72,429	0,103	103
23	8:00	3,8	1,30	2,923	10,231	72,429	0,141	141
24	9:00	3,6	0,94	3,830	13,404	72,429	0,185	185
25	10:00	3,0	0,89	3,371	11,798	72,429	0,163	163
Caudal promedio del muestreo (Qp) L/s:				**2,897**	**Volumen a componer ml**		3,500	

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S- 2024

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se analizan parámetros de interés sanitario y ambiental después de compararlos con los límites que establece la Resolución 0631 de 2015 la cual controla los vertimientos realizados a aguas superficiales y al alcantarillado público. Los resultados obtenidos se comparan con los valores establecidos en la Resolución 0631 del 2015 dentro del Art 6 - 8 donde se definen características del agua para consumo humano y doméstico, actividades agrícolas, pecuarias, fines recreativos y preservación flora y fauna

Las muestras para el análisis de parámetros fisicoquímicos se tomaron en cuatro (4) punto de monitoreo denominados:

- Entrada Gama
- Salida Gama
- Entrada PTAR San Roque
- Salida PTAR San Roque

5.1. PARÁMETROS IN-SITU: pH, Temperatura, Sólidos sedimentables, Oxígeno disuelto y Conductividad.

La medición de los parámetros In-Situ (pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura de la muestra y sólidos sedimentables), se realizó en la salida de la Planta de manera compuesta en un periodo de 8 horas desde las 08:00 hasta las 16:00 horas, con toma de muestras cada hora, para un total de 9 alícuotas.

Tabla 18. Datos In-Situ (Entrada PTAR San Roque)

Alícuota	Hora	Temperatura muestra (°C)	pH (Unidades)	Solidos sedimentables (mL-L/h)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
1	10:30	14,81	7,02	0,1	4,93
2	11:30	18,80	6,93	0,5	4,70
3	12:30	15,30	6,50	0,4	3,70
4	13:30	15,64	6,47	0,5	3,93
5	14:30	15,43	6,08	0,5	5,00
6	15:30	15,48	5,78	0,2	4,39
7	16:30	15,60	5,82	0,3	4,63
8	17:30	14,85	6,07	0,5	4,53
9	18:30	15,02	6,12	0,1	4,72
10	19:30	14,96	5,93	0,1	4,41
11	20:30	14,86	6,30	0,1	4,50
12	21:30	14,35	6,47	0,1	4,45
13	22:30	14,40	6,35	0,1	4,43
14	23:30	14,03	6,33	0,1	4,49
15	0:30	14,01	6,39	0,1	4,41
16	1:30	14,30	6,40	0,1	4,52

17	2:30	14,00	6,42	0,1	5,04
18	3:30	13,96	6,36	0,1	4,78
19	4:30	14,10	6,34	0,1	4,67
20	5:30	14,13	6,42	0,1	4,97
21	6:30	14,37	6,33	0,1	5,62
22	7:30	14,41	6,27	0,1	5,20
23	8:30	14,36	6,74	0,4	5,19
24	9:30	14,34	6,59	0,2	5,85
25	10:30	14,37	6,51	0,4	5,87
Promedio		**14,80**	**6,36**	**0,2**	**4,76**

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S, 2024.

Tabla 19. Datos In-Situ (Salida PTAR San Roque)

Alícuota	Hora	Temperatura muestra (°C)	pH (Unidades)	Solidos sedimentables (mL-L/h)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
1	10:30	14,23	7,31	0,1	2,28
2	11:30	14,92	7,24	0,1	2,24
3	12:30	15,35	7,14	0,1	2,36
4	13:30	15,49	6,32	0,1	2,6
5	14:30	15,30	5,81	0,1	2,93
6	15:30	15,22	6,03	0,1	2,56
7	16:30	15,30	6,08	0,1	2,71
8	17:30	15,23	6,17	0,1	2,64
9	18:30	15,15	6,19	0,1	2,57
10	19:30	15,25	6,23	0,1	2,55
11	20:30	15,20	6,17	0,1	2,63
12	21:30	15,08	6,24	0,1	3,3
13	22:30	15,04	6,19	0,1	3,38
14	23:30	15,04	6,26	0,1	4,1
15	0:30	14,90	6,24	0,1	4,17
16	1:30	14,96	6,19	0,1	4,03
17	2:30	14,71	5,95	0,1	3,92
18	3:30	14,76	5,89	0,1	3,78
19	4:30	14,52	5,97	0,1	3,36
20	5:30	14,43	5,97	0,1	3,43
21	6:30	14,43	5,87	0,1	3,35
22	7:30	14,44	5,92	0,1	3,2
23	8:30	14,44	5,86	0,1	3,1
24	9:30	14,46	5,96	0,1	3,2
25	10:30	14,51	5,97	0,1	3,3
Promedio		**14,89**	**6,21**	**0,1**	**3,11**

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S, 2024.

Tabla 20. Datos In-Situ (Entrada PTAR Gama)

Alícuota	Hora	Temperatura muestra (°C)	pH (Unidades)	Solidos sedimentables (mL-L/h)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
1	10:00	20,20	7,80	2,5	3,29
2	11:00	21,00	7,80	0,1	3,70
3	12:00	20,80	7,60	0,1	3,36
4	13:00	20,10	7,70	1,1	4,26
5	14:00	20,80	7,70	0,7	3,15
6	15:00	20,00	7,50	0,8	3,52
7	16:00	19,70	7,80	0,7	2,73
8	17:00	19,30	7,90	0,7	3,47
9	18:00	19,80	7,60	1	3,58
10	19:00	19,30	7,80	1	3,35
11	20:00	18,50	7,80	1,6	3,85
12	21:00	18,00	7,80	0,1	5,41
13	22:00	17,40	7,60	1,6	4
14	23:00	16,50	7,60	0,2	4,51
15	0:00	17,60	7,60	0,1	4,37
16	1:00	17,60	7,60	0,2	4,28
17	2:00	17,70	7,70	0,4	4,34
18	3:00	17,00	7,70	0,1	4,31
19	4:00	17,30	7,70	0,1	4,14
20	5:00	16,80	7,90	0,2	3,95
21	6:00	17,10	7,80	0,2	4,06
22	7:00	17,4	7,70	0,1	4,30
23	8:00	18,3	8,30	0,8	4,23
24	9:00	18,7	7,10	3,2	4,34
25	10:00	19,4	8,00	2,5	4,29
Promedio		**18,65**	**7,72**	**0,8**	**3,95**

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S, 2024.

Tabla 21. Datos In-Situ (Salida PTAR Gama)

Alícuota	Hora	Temperatura muestra (°C)	pH (Unidades)	Solidos sedimentables (mL-L/h)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
1	10:00	20,20	7,80	3	2,75
2	11:00	19,40	7,40	1	3,37
3	12:00	19,40	7,60	1,5	3,6
4	13:00	20,40	7,50	2	3,52
5	14:00	20,90	7,50	1,5	3,38
6	15:00	21,80	7,60	1	4,79
7	16:00	19,30	7,50	0,8	4,69
8	17:00	19,80	7,70	2	4,43

9	18:00	19,40	7,50	0,9	3,96
10	19:00	19,20	7,50	1	4,45
11	20:00	18,70	7,50	0,8	5,03
12	21:00	18,20	7,50	1,5	4,5
13	22:00	17,50	7,60	0,3	3,74
14	23:00	18,20	7,60	1,2	4,32
15	0:00	17,90	7,60	0,3	4,07
16	1:00	17,70	7,60	1,4	3,36
17	2:00	17,40	7,60	0,5	4,21
18	3:00	17,20	7,50	0,5	4,94
19	4:00	17,10	7,40	0,3	4,19
20	5:00	17,90	7,40	0,5	4,7
21	6:00	17,20	7,40	0,2	3,98
22	7:00	17,60	7,50	0,1	4,5
23	8:00	18,10	7,70	1,5	4,8
24	9:00	17,80	7,80	1,8	4,3
25	10:00	18,80	7,70	2,2	4,5
Promedio		**18,68**	**7,56**	**1,1**	**4,17**

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S, 2024.

Los valores máximos y mínimos reportados durante el muestreo se reportan a continuacion.

Tabla 22. Máximos y mínimos - Datos In-Situ (Entrada PTAR San Roque)

Entrada PTAR SAN ROQUE	Temperatura muestra (°C)	Hora	pH (Unidades)	Hora	Solidos sedimentables (mL-L/h)	Hora	Oxígeno Disuelto (mg/L)"	Hora
Máximo	18,80	11:30	7,02	10:30	0,5	11:30, 13:30, 14:30 y 17:30	5,87	10:30
Mínimo	13,96	03:30	5,78	15:30	0,1	10:30, y de las 18:30 a las 06:30	3,7	12:30
Promedio	**14,80**		**6,36**		**0,2**		**4,76**	

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S, 2024.

Tabla 23. Máximos y mínimos - Datos In-Situ (Salida PTAR San Roque)

SALIDA PTAR SAN ROQUE	Temperatura muestra (°C)	Hora	pH (Unidades)	Hora	Solidos sedimentables (mL-L/h)	Hora	Oxígeno Disuelto (mg/L)"	Hora
Máximo	15,49	13:30	7,31	10:30	0,1	10:30 a 10:30	4,17	0:30
Mínimo	14,23	10:30	5,81	14:30			2,24	11:30
Promedio	**14,89**		**6,21**		**0,1**		**3,11**	

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S, 2024

Tabla 24. Máximos y mínimos - Datos In-Situ (Entrada PTAR Gama)

ENTRADA PTAR GAMA	Temperatura muestra (°C)	Hora	pH (Unidades)	Hora	Solidos sedimentables (mL-L/h)	Hora	Oxígeno Disuelto (mg/L)"	Hora
Máximo	21,00	11:00	8,30	8:00	3,2	9:00	5,41	21:00
Mínimo	16,50	23:00	7,10	9:00	0,1	11:00, 12:00, 21:00, 00:00, 03:00, 04:00, y 07:00	2,73	16:00
Promedio	**18,65**		**7,72**		**0,8**		**3,95**	

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S, 2024.

Tabla 25. Máximos y mínimos - Datos In-Situ (Salida PTAR Gama)

SALIDA PTAR GAMA	Temperatura muestra (°C)	Hora	pH (Unidades)	Hora	Solidos sedimentables (mL-L/h)	Hora	Oxígeno Disuelto (mg/L)"	Hora
Máximo	21,80	15:00	7,80	10:00 y 09:00	3,0	10:00	5,03	20:00
Mínimo	17,10	4:00	7,40	11:00, 04:00, 05:00 y 06:00	0,1	7:00	2,75	10:00
Promedio	**18,68**		**7,56**		**1,1**		**4,17**	

Fuente: Actividades en campo – Equipo de trabajo Cian S.A.S, 2024.

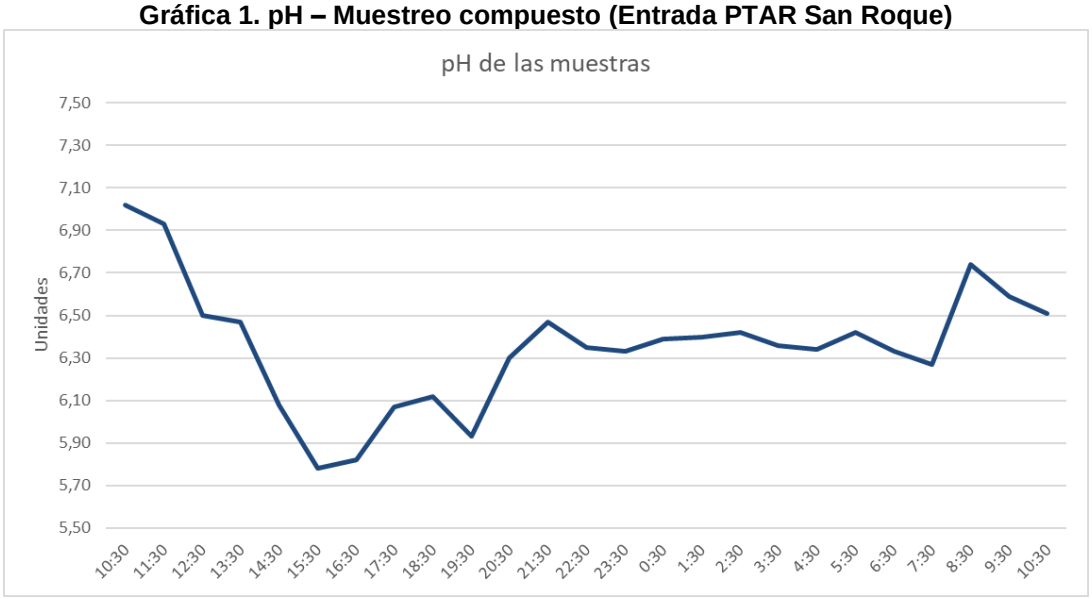
Los sólidos sedimentables para Entrada PTAR San Roque, presentaron variaciones leves durante el monitoreo compuesto donde se realizó toma de muestra cada hora presentando valores que oscilan entre 0,5 mL-L/h y 0,1 mL-L/h, el valor máximo se reportó a entre las 11:00, 13:30, 14:30 y 17:30 horas y el valor mínimo a las 10:30, 18:30 a 06:30 horas reportando un promedio de 0,2 mL-L/h.

Los sólidos sedimentables para Salida PTAR San Roque, presentaron concentraciones estables durante el monitoreo compuesto donde su concentración fue de 0,1 mL-L/h en toda la caracterización.

Los sólidos sedimentables para Entrada PTAR Gama, presentaron variaciones durante el monitoreo compuesto donde se realizó toma de muestra cada hora presentando valores que oscilan entre 3,2 mL-L/h y 0,1 mL-L/h, el valor máximo se reportó a entre las 09:00 horas y el valor mínimo a las 11:00, 12:00, 21:00, 00:00, 03:00, 04:00 y 07:00 horas reportando un promedio de 0,8 mL-L/h.

Los sólidos sedimentables para Salida PTAR Gama, presentaron variaciones durante el monitoreo compuesto donde se realizó toma de muestra cada hora presentando valores que oscilan entre 3,0 mL-L/h y 0,1 mL-L/h, el valor máximo se reportó a entre las 10:00, horas y el valor mínimo a las 07:00 horas reportando un promedio de 1,1 mL-L/h.

Gráfica 1. pH – Muestreo compuesto (Entrada PTAR San Roque)



Fuente: Cian S.A.S.

El parámetro pH para la Entrada PTAR San Roque presentó variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 7,02 Unidades y 5,78 Unidades. El valor más alto se registró a las 10:30 y el menor a las 15:30 horas, reportando un valor promedio de 6,36 Unidades.

Gráfica 2. pH – Muestreo compuesto (Salida PTAR San Roque)

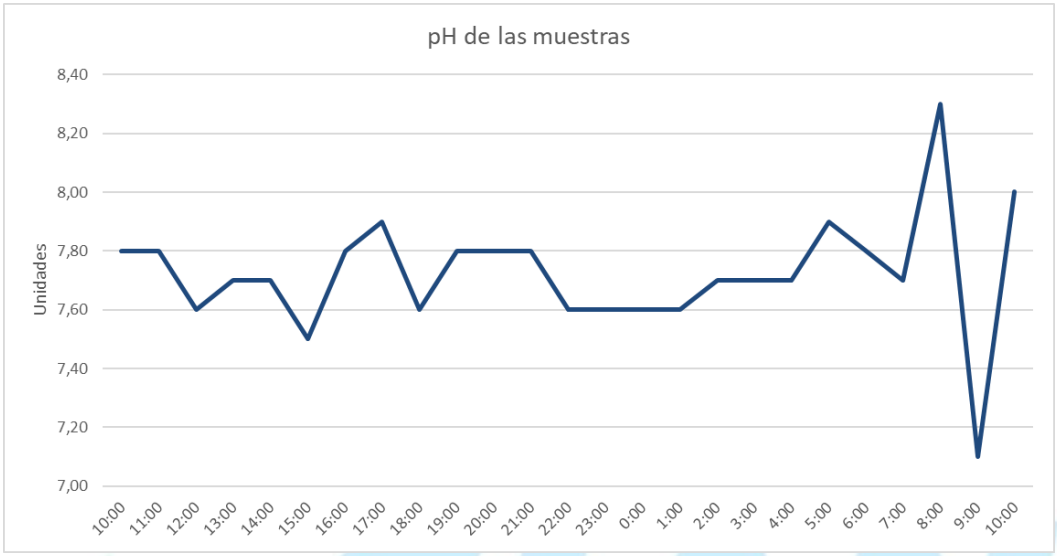


Fuente: Cian S.A.S.

El parámetro pH para la Salida PTAR San Roque presentó variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 7,31 Unidades y 5,81 Unidades. El

valor más alto se registró a las 10:30 y el menor a las 14:30 horas, reportando un valor promedio de 6,21 Unidades.

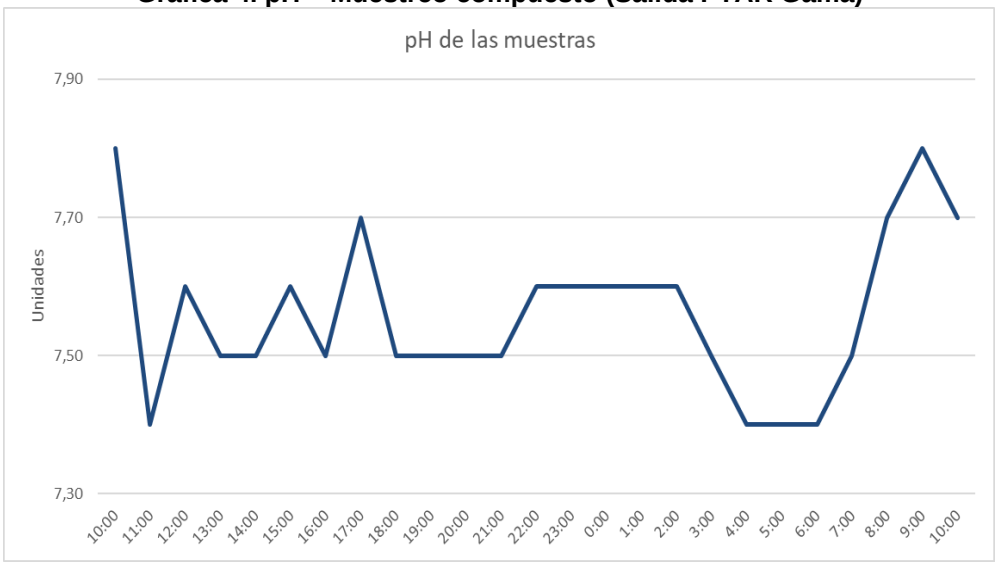
Gráfica 3. pH – Muestreo compuesto (Entrada PTAR Gama)



Fuente: Cian S.A.S.

El parámetro pH para la Entrada PTAR Gama presentó variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 8,30 Unidades y 7,10 Unidades. El valor más alto se registró a las 08:00 y el menor a las 09:00 horas, reportando un valor promedio de 7,22 Unidades.

Gráfica 4. pH – Muestreo compuesto (Salida PTAR Gama)

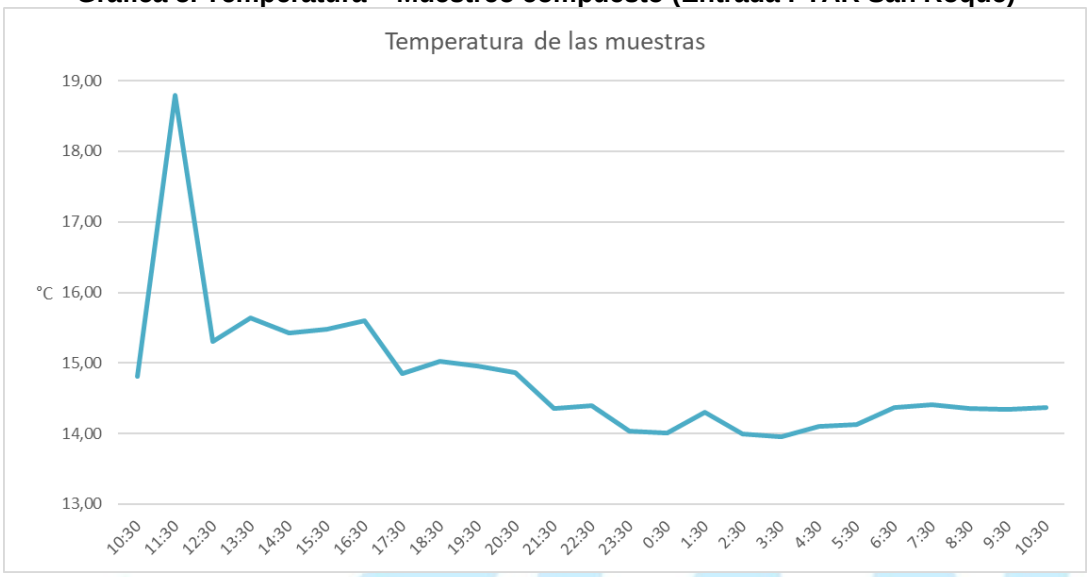


Fuente: Cian S.A.S.

El parámetro pH para la Salida PTAR Gama presentó variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 7,80 Unidades y 7,40 Unidades. El valor más

alto se registró a las 10:00 y 09:00 horas y el menor a las 11:00, 04:00, 05:00 y 06:00 horas, reportando un valor promedio de 7,56 Unidades.

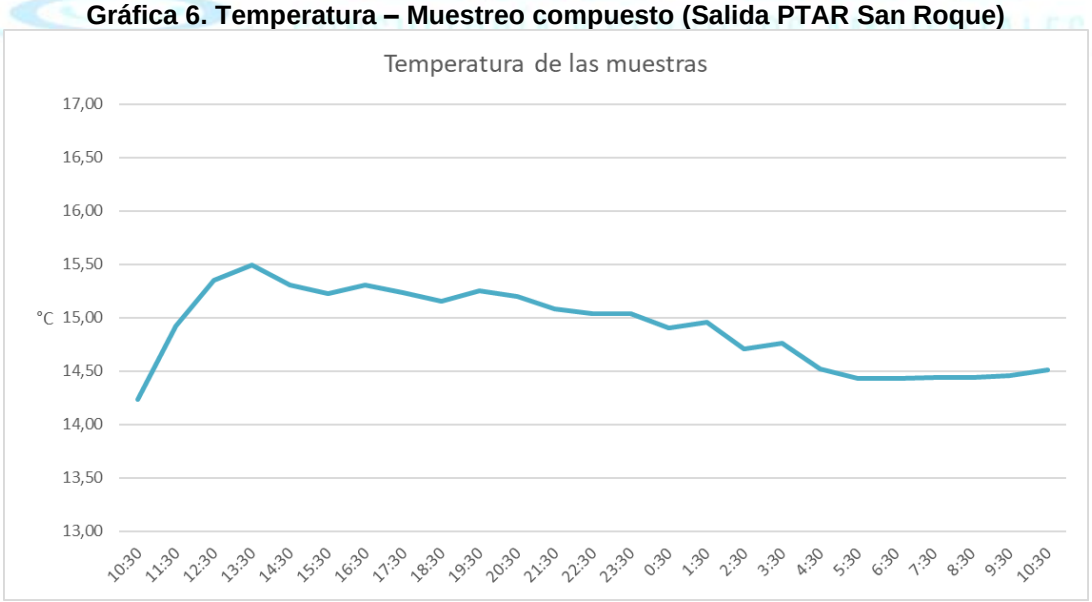
Gráfica 5. Temperatura – Muestreo compuesto (Entrada PTAR San Roque)



Fuente: Cian S.A.S.

La temperatura de las muestras, presentó leves variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 18,80°C y 13,96°C; la temperatura promedio es de 14,80°C. El valor más alto se registra a las 11:30 horas, y el menor a las 03:00 horas.

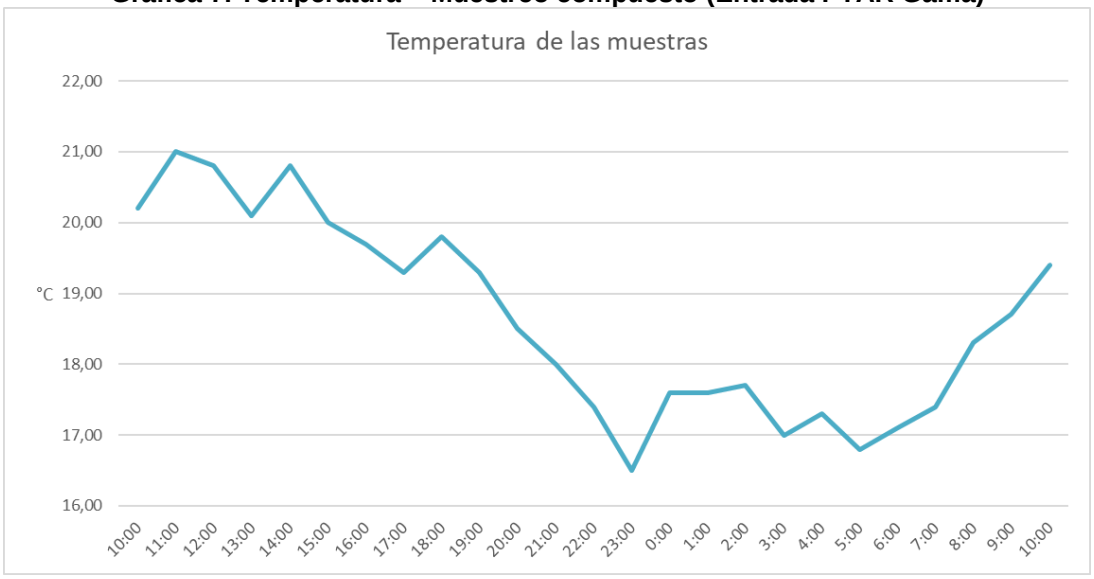
Gráfica 6. Temperatura – Muestreo compuesto (Salida PTAR San Roque)



Fuente: Cian S.A.S.

La temperatura de las muestras, presentó leves variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 15,49°C y 14,23°C; la temperatura promedio es de 14,89°C. El valor más alto se registra a las 13:30 horas, y el menor a las 10:30 horas.

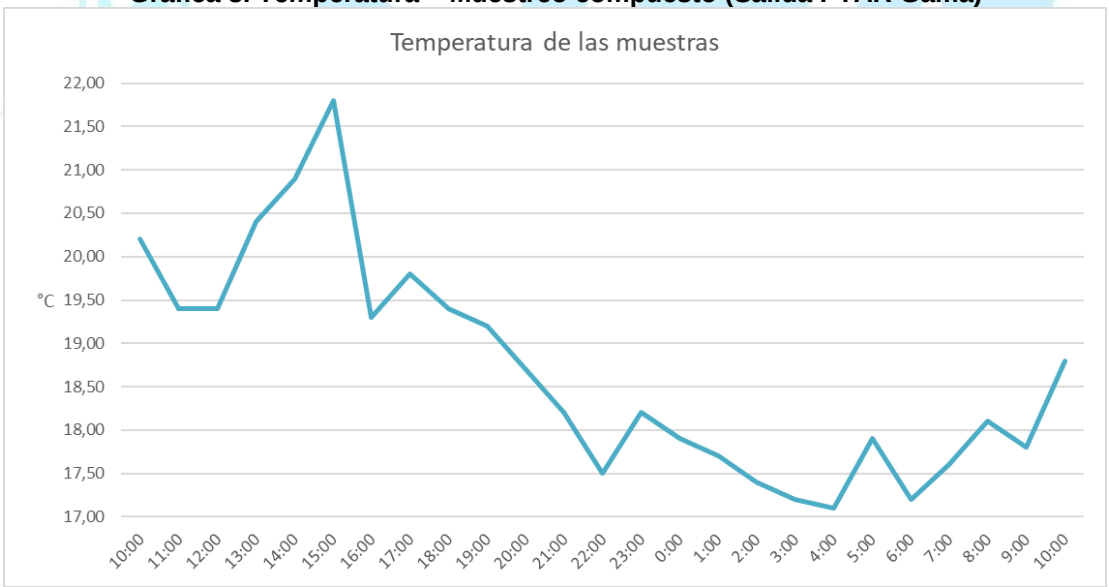
Gráfica 7. Temperatura – Muestreo compuesto (Entrada PTAR Gama)



Fuente: Cian S.A.S.

La temperatura de las muestras, presentó leves variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 21,00°C y 16,50°C; la temperatura promedio es de 18,65°C. El valor más alto se registra a las 11:00 horas, y el menor a las 23:00 horas.

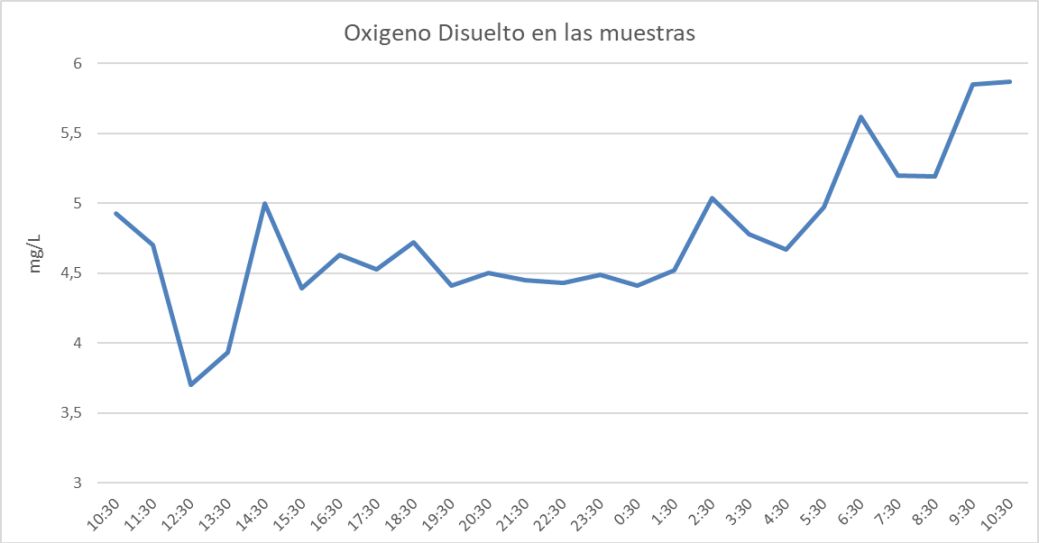
Gráfica 8. Temperatura – Muestreo compuesto (Salida PTAR Gama)



Fuente: Cian S.A.S.

La temperatura de las muestras, presentó leves variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 21,80°C y 17,10°C; la temperatura promedio es de 18,68°C. El valor más alto se registra a las 15:00 horas, y el menor a las 04:00 horas.

Gráfica 9. Oxígeno Disuelto – Muestreo compuesto (Entrada PTAR San Roque)



Fuente: Cian S.A.S.

El oxígeno disuelto de las muestras, presento variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 5,87 mg/L y 3,7 mg/L. El oxígeno disuelto promedio es de 4,8 mg/L. El valor más alto se registra a las 10:30 horas, y el menor a las 12:30 horas.

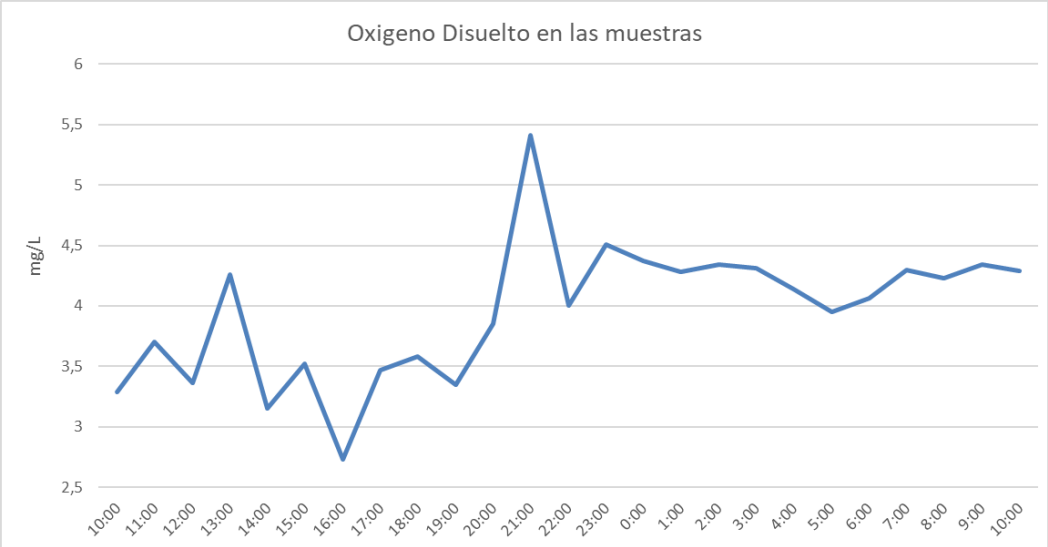
Gráfica 10. Oxígeno Disuelto – Muestreo compuesto (Salida PTAR San Roque)



Fuente: Cian S.A.S.

El oxígeno disuelto de las muestras, presento variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 4,17 mg/L y 2,24 mg/L. El oxígeno disuelto promedio es de 3,11 mg/L. El valor más alto se registra a las 0:30 horas, y el menor a las 11:30 horas.

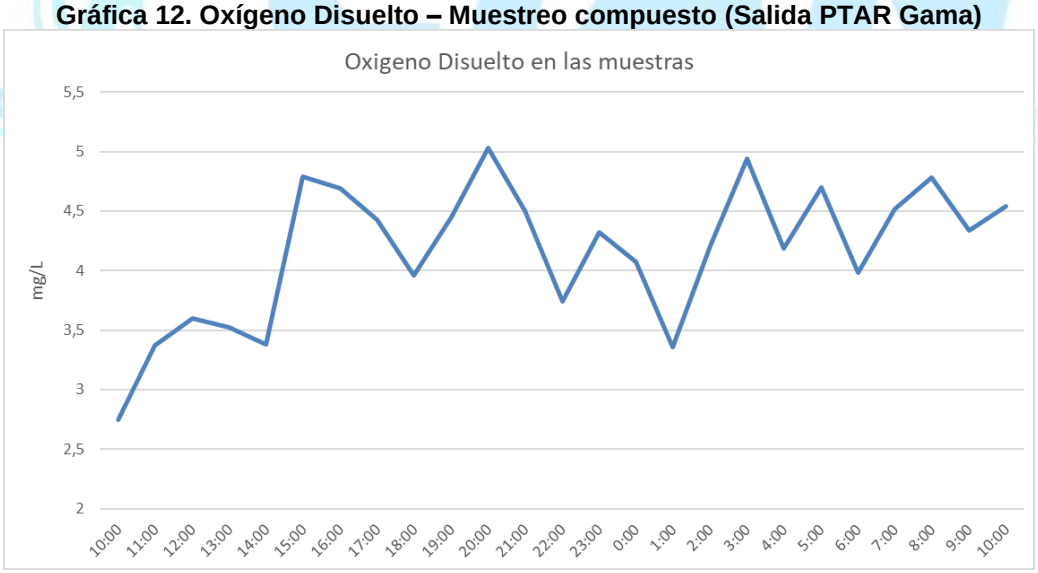
Gráfica 11. Oxígeno Disuelto – Muestreo compuesto (Entrada PTAR Gama)



Fuente: Cian S.A.S.

El oxígeno disuelto de las muestras, presento variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 5,41 mg/L y 2,73 mg/L. El oxígeno disuelto promedio es de 4,0 mg/L. El valor más alto se registra a las 21:00 horas, y el menor a las 16:00 horas.

Gráfica 12. Oxígeno Disuelto – Muestreo compuesto (Salida PTAR Gama)



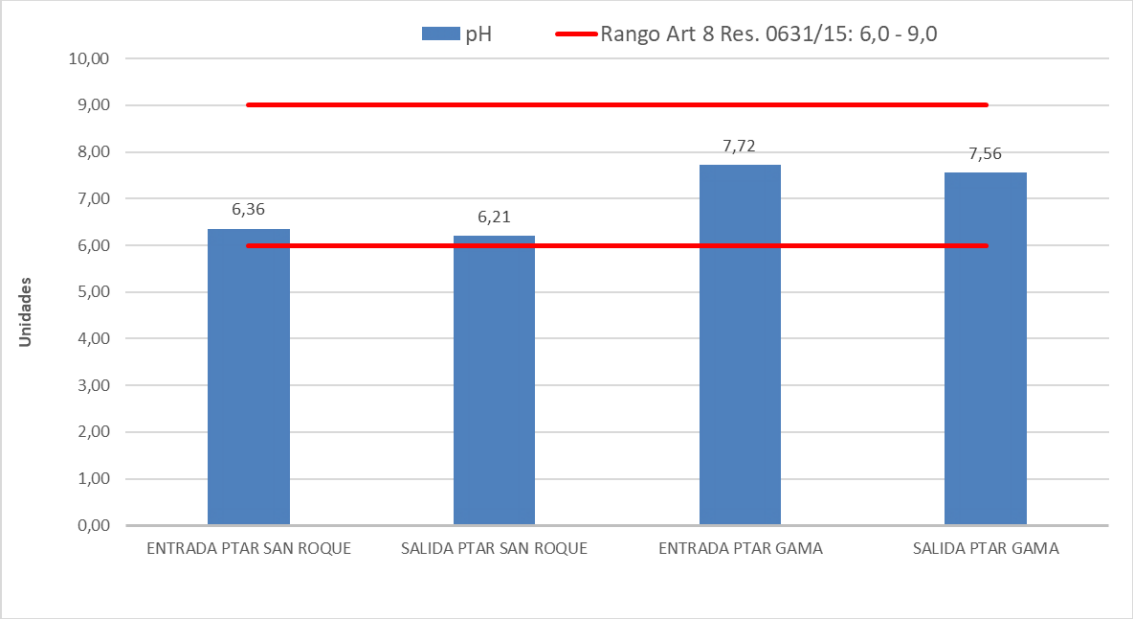
Fuente: Cian S.A.S.

El oxígeno disuelto de las muestras, presento variaciones durante toda la jornada de monitoreo, con valores que oscilan entre 5,03 mg/L y 2,75 mg/L. El oxígeno disuelto promedio es de 4,17 mg/L. El valor más alto se registra a las 20:00 horas, y el menor a las 10:00 horas.

5.2. PARÁMETROS IN-SITU Y LABORATORIO: Análisis totales y comparación con normatividad vigente -Parámetros In-Situ y laboratorio.

pH. Uno de los factores determinantes en la calidad del agua es el pH, ya que es una forma de expresar la concentración del ion hidrógeno o más exactamente la actividad del ion en el medio, en general esta variable expresa la intensidad de la condición acida o alcalina que puede llegar a presentar el agua. El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. (Metcalf & Eddy, 1977).

Gráfica 13. pH

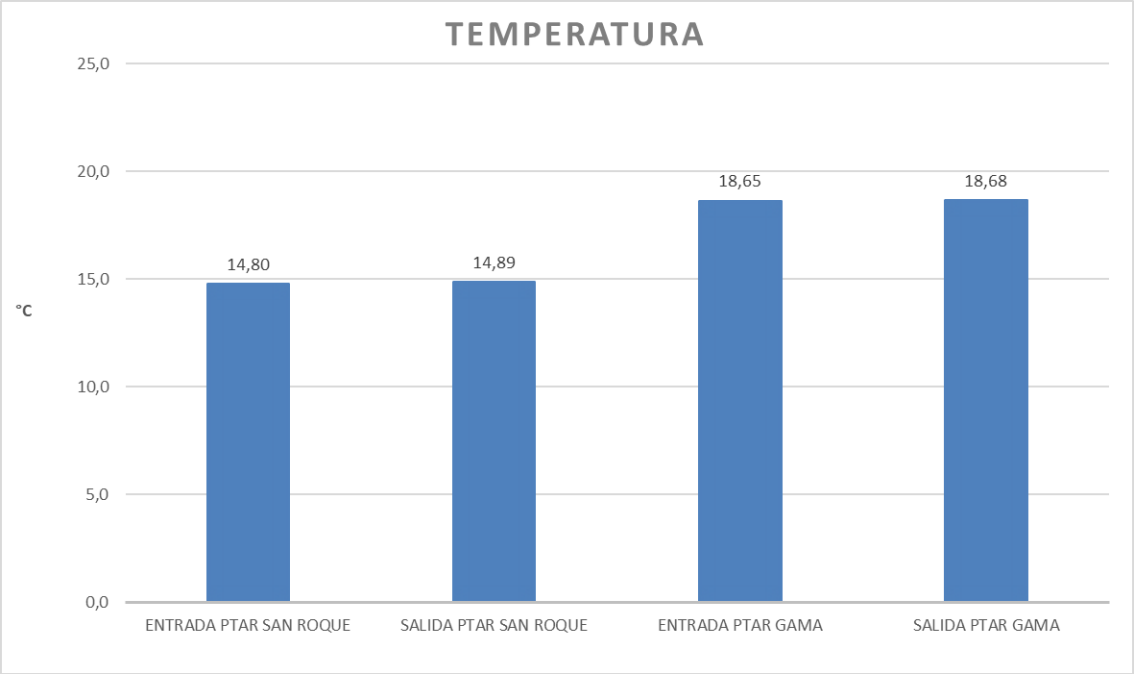


Fuente: Cian S.A.S.

En cuanto al comportamiento de la variable de pH registrado en el punto de monitoreo Entrada y Salida PTAR San Roque, es posible observar que este registran valores de 6,36 y 6,21 Unidades respectivamente, presentando características ligeramente acidas, lo cual puede estar asociado a la presencia de algunas sales minerales disueltas y compuestos orgánicos; En la Entrada PTAR Gama tiene una concentración de 7,72 Unidades el cual tiene características ligeramente alcalinas y la Salida PTAR Gama tiene concentración de 7,56 Unidades donde posee características cercanas a la neutralidad; se evidencia cumplimiento con el rango estipulado en el Artículo 9 (6,00 – 9,00 Unidades) de la Resolución 0631 de 2015 en todos los puntos monitoreados.

Temperatura. Es uno de los parámetros de gran importancia debido a que esta regula los procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades físicas y químicas de otros factores como son: la solubilidad de nutrientes, solubilidad de gases, estado físico de nutrientes y propiedades fisicoquímicas del agua.

Gráfica 14. Temperatura de la Muestra



Fuente: Cian S.A.S.

La temperatura de las muestras registradas para los puntos de Entrada y Salida de PTAR San Roque y Gama se encuentra acordes con el desarrollo de actividades de carácter industrial y con las condiciones meteorológicas de la zona de estudio (temperatura ambiente), dando cumplimiento con el límite máximo (≤40°C) permisible establecido en el Artículo 5 de la Resolución 0631 de 2015.

Oxígeno Disuelto: El oxígeno disuelto constituye uno de los elementos de mayor importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que su presencia y concentración determina la existencia de especies, de acuerdo con su tolerancia y rango de adaptación, estableciendo la estructura y funcionamiento biótico de estos sistemas (Ramírez y Viña, 1998).

En las muestras de agua residual de la Entrada y Salida PTAR San Roque registró una concentración optima de oxígeno disuelto de 4,76 mg/L y 3,11 mg/L respectivamente y para los puntos de Entrada y Salida PTAR Gama registró una concentración optima de oxígeno disuelto de 3,95 mg/L y 4,17 mg/L respectivamente posiblemente asociado a la poca aireación que se lleva dentro del sistema de tratamiento.

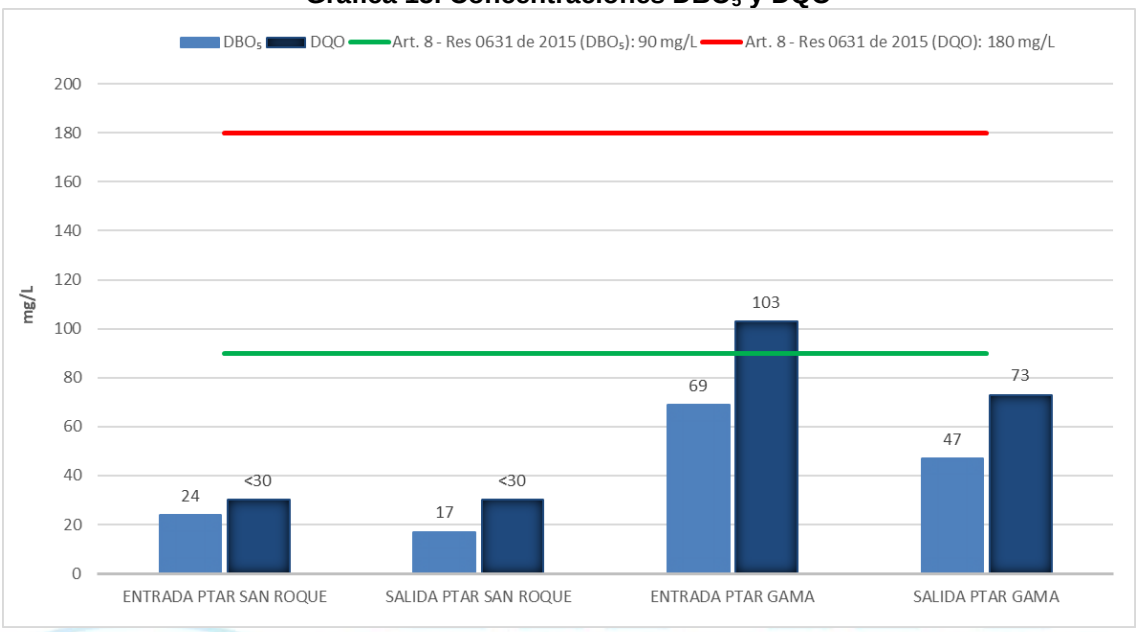
Tabla 26. Oxígeno Disuelto

Parámetros	Unidad	Entrada PTAR San Roque	Salida PTAR San Roque	Entrada PTAR Gama	Salida PTAR Gama
Oxígeno Disuelto	mg/L	4,76	3,11	3,95	4,17

Fuente: Cian S.A.S.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO). Por una parte, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es la medida de oxígeno requerida por los microorganismos para degradar la materia orgánica presente; mientras que la Demanda Química de Oxígeno (DQO), es una estimación del total de oxígeno requerido para oxidar por medios químicos los compuestos orgánicos biodegradables o no biodegradables, presentes en un cuerpo de agua (Cisterna & Peña, 2008).

Gráfica 15. Concentraciones DBO_5 y DQO



Fuente: Cian S.A.S.

En las muestras analizadas de la Entrada y Salida PTAR San Roque se registran concentraciones bajas de 24 mg/L y 17 mg/L en DBO_5 y <30 mg/L en DQO respectivamente; es decir hay una presencia mínima de materia orgánica biodegradable y no biodegradable en las muestras compuestas.

En las muestras analizadas de la Entrada y Salida PTAR Gama se registran concentraciones medias de 69 mg/L y 47 mg/L en DBO_5 y 103 mg/L y 73 mg/L en DQO respectivamente; es decir hay una presencia moderada de materia orgánica biodegradable y no biodegradable en las muestras compuestas.

En cuanto al cumplimiento normativo, los valores reportados se encuentran por debajo de los referentes estipulados en el Artículo 6 - 8 (90 mg/L para DBO_5 y 180 mg/L para DQO) de la Resolución 0631 de 2015.

Sólidos sedimentables y Sólidos suspendidos Totales. Los Sólidos Suspendidos hacen referencia al material transportado gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua, este parámetro se encuentra también relacionado con los Sólidos Sedimentables que se definen como aquella porción de los sólidos suspendidos que se

precipitan como consecuencia de la gravedad después de un tiempo de reposo. (IDEAM, 2007).

Tabla 27. Sólidos Sedimentables y Sólidos suspendidos Totales

Parámetro	Unidad	Entrada PTAR San Roque	Salida PTAR San Roque	Entrada PTAR Gama	Salida PTAR Gama	Resolución 0631 de 2015 Art. 6 - 8
Sólidos Sedimentables	mL/L	0,2	<0,1	0,8	1,1	5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	11	<10	39	47	90

Fuente: Cian S.A.S.

Los sólidos sedimentables en la Entrada y Salida PTAR San Roque registraron en el monitoreo compuesto un valor promedio de 0,2 mL/L-h y <0,1 mL/L-h respectivamente, el cual cumple con el valor límite máximo permisible (5 mL/L-h) establecido por la Resolución 0631 de 2015.

Los sólidos sedimentables en la Entrada y Salida PTAR Gama registraron en el monitoreo compuesto un valor promedio de 0,8 mL/L-h y 1,1 mL/L-h respectivamente, el cual cumple con el valor límite máximo permisible (5 mL/L-h) establecido por la Resolución 0631 de 2015.

Los sólidos suspendidos Totales en la Entrada y Salida PTAR San Roque presentaron un valor de 11 mg/L y <10 mg/L respectivamente, por lo tanto, la cantidad de material coloidal y en suspensión es baja. El parámetro presenta cumplimiento con el límite máximo (200 mg/L) permisible establecido en el Artículo 9 de la Resolución 0631 de 2015.

Los sólidos suspendidos Totales en la Entrada y Salida PTAR Gama presentaron un valor de 39 mg/L y 47 mg/L respectivamente, por lo tanto, la cantidad de material coloidal y en suspensión es media. El parámetro presenta cumplimiento con el límite máximo (200 mg/L) permisible establecido en el Artículo 9 de la Resolución 0631 de 2015.

Compuestos de carácter orgánico (Aceites y Grasas, Hidrocarburos Totales y Tensoactivos). 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; el parámetro grasas y aceites incluye los hidrocarburos. Estos compuestos son solubles en solventes orgánicos, pero muy insolubles en agua debido a la estructura hidrofóbica del hidrocarburo. Sirven como alimentos para las bacterias, puesto que pueden ser hidrolizados en los ácidos grasos y alcoholes (Fetecua & Barragán, 2017)[3].

En la muestra tomada en la Entrada y Salida PTAR San Roque, el parámetro Aceites y Grasas registró una concentración <5 mg/L inferior al límite de cuantificación asociado posiblemente con el tratamiento químico y físico empleado por el sistema de tratamiento.

[3] Fetecua , J., & Barragán , N. (2017). Propuesta para el aprovechamiento de agua residual proveniente del proceso de elaboración de resinas alquídicas. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de América

Con base en lo anterior, presentándose evidencia cumplimiento con el valor límite (50 mg/L) máximo permisible establecido por la Resolución 0631 de 2015.

En la muestra tomada en la Entrada y Salida PTAR Gama, el parámetro Aceites y Grasas registró una concentración 9,24 mg/L y 6,14 mg/L asociado posiblemente con el tratamiento químico y físico empleado por el sistema de tratamiento. Con base en lo anterior, presentándose evidencia cumplimiento con el valor límite (50 mg/L) máximo permisible establecido por la Resolución 0631 de 2015.

Tabla 28. Compuestos Organicos

Parámetro	Unidad	Entrada PTAR San Roque	Entrada PTAR San Roque	Entrada PTAR Gama	Salida PTAR Gama	Resolución 0631 de 2015 Art. 9
Aceites y grasas	mg/L	<5	<5	9,35	6,14	50
Hidrocarburos Totales	mg/L	<5	<5	<5	<5	AYR
Tensoactivos	mg/L	<0,5	<0,5	0,75	0,63	AYR

AyR: Análisis y Reporte Fuente: Cian S.A.S.

Los tensoactivos son sustancias orgánicas usadas para una variedad de propósitos, pero principalmente en detergentes y productos de limpieza. Son considerados un importante contaminante del medio acuático, ya que producen espumas, disminuyen el grado de oxigenación del agua y pueden ser tóxicos para los organismos acuáticos (Díaz , 2015).

La concentración de tensoactivos en la Entrada y Salida PTAR San Roque analizada en el agua residual fue inferior al límite de cuantificación utilizado en el laboratorio de <0,5 mg/L, por lo cual se presenta trazas insignificantes de este contaminante. La Resolución 631 de 2015 solo contempla Análisis y Reporte para este parámetro.

La concentración de tensoactivos en la Entrada y Salida PTAR Gama analizada en el agua residual fue 0,75 mg/L y 0,63 mg/L, por lo cual se presenta trazas detectables de este contaminante. La Resolución 631 de 2015 solo contempla Análisis y Reporte para este parámetro.

En los cuatro puntos monitoreados presentan una concentración <5 mg/L inferior al límite de cuantificación siendo acorde con lo reportado, la norma solo indica realizar análisis y reporte.

Compuestos Nitrogenados y Fosfatados (Fósforo Total- Ortofosfatos- Nitratos- Nitrógeno amoniacal- Nitritos - Nitrógeno Total Kjeldahl). Los compuestos nitrogenados provienen fundamentalmente de compuestos orgánicos o vegetales y de la atmósfera y los compuestos fosfatados de la lixiviación natural de los terrenos. Sin embargo, la contaminación originada por fertilizantes, excretas, productos de limpieza y vertimientos residuales generan un incremento sustancial de estos compuestos (Bolaños, Cordero, & Segura, 2017).

Tabla 29. Compuestos Nitrogenados y Fosfatados

Parámetros	Unidad	Entrada PTAR San Roque	Salida PTAR San Roque	Entrada PTAR Gama	Salida PTAR Gama	Resolución 0631 de 2015 Art. 9
Compuestos Fosfatados						
Fósforo Total	mg/L	0,54	0,36	1,26	1,36	AYR
Ortofosfatos	mg/L	0,27	0,18	0,63	0,69	AYR
Compuestos Nitrogenados						
Nitratos	mg/L	0,675	0,69	0,512	0,264	AYR
Nitrógeno amoniacal	mg/L	<5	<5	14,2	9,75	AYR
Nitrógeno total	mg/L	<10	<10	15,8	10,6	N.E.
Nitritos	mg/L	0,11	0,14	0,1	0,08	AYR

AyR: Análisis y Reporte **N.E.:** No Establecido

Fuente: Cian S.A.S.

El fósforo total y los ortofosfatos en la Entrada y Salida PTAR San Roque registraron resultados de 0,54 mg/L y 0,36 mg/L y 0,27 mg/L y 0,18 mg/L respectivamente, es decir que la muestra de agua tomada en la Entrada y Salida PTAR San Roque tiene bajas concentraciones de este tipo de nutrientes. La Resolución 0631 de 2015, no establece límite permisible para estas variables, solo estipula que se debe realizar análisis y reporte.

El fósforo total y los ortofosfatos en la Entrada y Salida PTAR Gama registraron resultados de 1,26 mg/L y 1,36 mg/L y 0,63 mg/L y 0,69 mg/L respectivamente, es decir que la muestra de agua tomada en la Entrada y Salida PTAR San Roque tiene bajas concentraciones de este tipo de nutrientes. La Resolución 0631 de 2015, no establece límite permisible para estas variables, solo estipula que se debe realizar análisis y reporte.

Los nitritos, presentaron para la muestra de agua residual tomada en la Entrada y Salida PTAR San Roque, concentraciones bajas de 0,11 y 0,14 mg/L; los nitratos presentaron una concentración de 0,675 y 0,69 mg/L; el Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno Total Kjeldahl reportaron valores inferiores al límite de cuantificación respectivamente. La Resolución 0631 de 2015 no establece límites permisibles para estas variables, solo estipula que se debe realizar análisis y reporte.

Los nitritos, presentaron para la muestra de agua residual tomada en la Entrada y Salida PTAR Gama, concentraciones bajas de 0,1 y 0,08 mg/L; los nitratos presentaron una concentración de 0,512 y 0,264 mg/L; el Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno Total Kjeldahl reportaron valores medios con una concentración de 10,6 y 15,8 mg/L respectivamente. La Resolución 0631 de 2015 no establece límites permisibles para estas variables, solo estipula que se debe realizar análisis y reporte.

Carga Microbiológica (Coliformes Fecales Termotolerantes). Los coliformes son un grupo de bacterias que por sí mismos no constituyen organismos patógenos, pero sí son susceptibles de vigilancia dado que se asocian a menudo con organismos que lo son, convirtiéndose en organismos indicadores en los cuerpos de agua. Estas bacterias viven

comúnmente en intestinos de humanos y otros organismos de sangre caliente y gracias a que son más resistentes que las bacterias patógenas, la ausencia de éstas da indicios de que el agua es bacteriológicamente segura para la salud humana.

Los coliformes fecales comprenden un grupo de microorganismos que hacen parte de los coliformes totales los cuales son indicadores de calidad, ya que son de origen fecal; están representados principalmente por el microorganismo E. Coli. La presencia de estos en fuentes de agua indica presencia de contaminación fecal de origen humano o animal (Carrillo & Lozano, 2008).

Tabla 30. Comportamiento Coliformes termotolerantes

Parámetro	Unidad	Entrada PTAR San Roque	Entrada PTAR San Roque	Entrada PTAR Gama	Salida PTAR Gama	Resolución 0631 de 2015 Art. 9
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	855	246	920800	658600	N.E.

Fuente: Cian S.A.S.

Los coliformes fecales Termotolerantes presentan resultados para la entrada PTAR Y Salida PTAR San Roque valores de 855 NMP/100mL y 246 NMP/100mL respectivamente y para la entrada PTAR Y Salida PTAR Gama valores de 920800 NMP/100mL y 658600 NMP/100mL respectivamente, es decir que el contenido de bacterias procedentes de heces en las muestras es significativo y puede llegar a generar afectación sobre la calidad del recurso hídrico. La Resolución 0631 de 2015 no especifica limite máximo normativo para esta variable.

CONCLUSIONES

En el informe TE_IF_947_ARD_24, se presentan los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica realizada el día 10 de diciembre de 2024, en la Entrada y Salida PTAR de San Roque y Gama, ubicado en el municipio de Gama y vereda San Roque, departamento de Cundinamarca.

Según los resultados de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos analizados y tomados en la Entrada y Salida PTAR de San Roque y Gama se presentan las siguientes conclusiones:

- La variable de pH evaluada en la Entrada y Salida PTAR San Roque registra valores con características ligeramente acidas, en el punto de Entrada y Salida PTAR Gama registra pH con características ligeramente alcalinas y cercanas a la neutralidad respectivamente. Respecto al cumplimento normativo es importante resaltar que las muestras analizadas se encuentran dentro del rango normativo estipulado en el Artículo 6 - 8 de la Resolución 0631 de 2015 (6,00 – 9,00 Unidades).

- La temperatura de la muestra de la Entrada y Salida PTAR San Roque y Gama da cumplimiento con el Artículo 6 - 8 de la Resolución 0631 de 2015, la cual establece un valor máximo de 40˚C.

- Para el parámetro de oxígeno disuelto registran concentraciones optimas en los cuatro puntos monitoreados, es decir que el sistema de tratamiento opera en condiciones buenas de oxígeno disuelto, lo que se relaciona con el contenido de materia orgánica presente en las muestras.

- Los parámetros de DBO_5 y DQO evaluados en las muestras de agua residual doméstica (ARD) en la Entrada y Salida PTAR San Roque registran concentraciones bajas e inferiores al límite de cuantificación; en la Entrada y Salida PTAR Gama registra concentraciones de moderadas encontrándose ambos puntos por debajo de los límites normativos fijados en el Artículo 6 - 8 de la Resolución 0631 de 2015, condición que puede estar asociada con el tratamiento fisicoquímico realizado a las aguas residuales tratadas en la (PTAR).

- La concentración de sólidos sedimentables y suspendidos totales se encuentran en bajas cantidades e inferiores al límite de cuantificación, dando cumplimiento a los límites permisibles establecidos en el Artículo 6 - 8 de la Resolución 0631 de 2015 (90 mg/L para sólidos suspendidos y 5 mL/L-h para sólidos sedimentables).

- La presencia de aceites y grasas, hidrocarburos totales y tensoactivos reportan concentraciones bajas e inferiores al límite de cuantificación. Las grasas y aceites dan cumplimiento al límite permisible que establece la Resolución 0631 de 2015 (50 mg/L) y los Tensoactivos solo establecen análisis y reporte (AYR).

- Los compuestos nitrogenados y fosfatados registraron concentraciones entre moderadas y bajas, descartando posibles procesos de acumulación de nutrientes y eutrofización en la fuente.

- La concentración de coliformes fecales Termotolerantes presentaron una concentración muy notoria respectivamente en los cuatro puntos monitoreados; es decir que el contenido de bacterias procedentes de heces en las muestras es alto. En cuanto a la norma no se puede establecer un juicio solo establece realizar análisis y reporte

- El caudal en el punto de muestreo registró mínimas variaciones durante toda la jornada de monitoreo compuesto, con un valor promedio para la Entrada y Salida PTAR San Roque de 2,348 y 2,389 L/s y para la Entrada y Salida PTAR Gama tuvieron un Caudal promedio de 2,914 y 2,897 L/s.

FIN DEL INFORME

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

BIBLIOGRAFÍA

Amado , D. (2014). *Degradación del fenol mediante un tratamiento electroquímico combinado con ozono y electrodos de diamante dopados con Boro.* Toluca , Mexico : Universidad autónoma del estado de Mexico .

APPA-AWWA. (2017). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition.*

Bolaños, J., Cordero, G., & Segura, G. (Diciembre de 2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre. *Tecnología en marcha, 30*(4), 16-27.

Cisterna, P., & Peña, D. (2008). *Determinación de la relación DQO/DBO en aguas residuales de comunas con población menor a 25000 habitantes.* Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.

Díaz , J. (2015). *Manual para análisis de calidad de tensoactivos y de soluciones de Hipoclorito de Sodio.* Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Fetecua , J., & Barragán , N. (2017). Propuesta para el aprovechamiento de agua residual proveniente del proceso de elaboración de resinas alquídicas. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de América .

Giraldo, G. (1995). *Manual de análisis de aguas.* Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

IDEAM. (2007). Determinación de sólidos suspendidos totales en agua. En S. d. Hidrología.

IDEAM. (2007). *Dureza total en agua con EDTA por volumetría.*

IDEAM. (2017). *Protocolo de Monitoreo de Agua.* Bogotá D. C.

IDEAM. (s.f). *Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas.*

Martinez, S. (2017). *Estudio de la minimización de la presencia de cloruros y sulfatos en el agua tratada de la EDAR del Valle del Vinalopó.* España: Universidad de Alicante.

Metcalf, & Eddy. (1977). *Tratamiento y depuración de aguas residuales. .* Barcelona, España: Labor S.A.

MINAMBIENTE. (2015). *Resolución 631 del 17 de Marzo de 2015.* Colombia.

NTC-ISO. (2005). *Norma técnica Colombiana NTC-ISO 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración".*

RED MAPSA. (2007). *Guía para la utilización de Valijas Viajeras.* Uruguay: Red de monitoreo ambiental participativo de sistemas acuáticos.

U.S EPA. (s.f). *Handbook for Analytical Quality Control in Water and Watewater Laboratories.* Cincinnati, Ohio.

ANEXOS

1. Resultados de laboratorio
2. Cadena de Custodia e In-Situ
3. Acreditación Ideam Laboratorio

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES