

Entrada PTAP - 2024.

CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE AGUA POTABLE

SERVICIOS JOYCA SAS

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

VERSIÓN	CÓDIGO INFORME	OBSERVACIÓN	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	FECHA DE ELABORACIÓN
0	TE_IF_947_APO_24[1]	Versión inicial.	Ingeniero Junior de Proyectos	Ingeniero Senior de Proyectos	Gerencia de Proyectos	Diciembre de 2024

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 4

[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.

2 OBJETIVOS 5
2.1 General 5
2.2 Específicos 5
3 MARCO LEGAL 6
4 PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA PARA TOMA DE MUESTRAS 12
4.1 Estaciones de muestreo 12
4.2 Calidad del agua 16
4.2.1 Parámetros analizados 16
4.3 Metodología Toma de muestras. 16
4.4 Análisis de las muestras: 19
5 DATOS METEOROLÓGICOS 21
6 RESULTADOS 22
7 ANÁLISIS DE RESULTADOS 23
7.1 Análisis fisicoquímico de aguas de consumo 23
7.2 Análisis microbiológico de aguas de consumo 30
8 CONCLUSIONES 31
9 ANEXOS 33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características Físicas 6
Tabla 2. Características químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana 7
Tabla 3. Características químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana 7
Tabla 4. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana 8
Tabla 5. Características Microbiológicas 11
Tabla 6. Punto de monitoreo agua de consumo 12
Tabla 7. Registro fotográfico – Agua Potable 1 14
Tabla 8. Registro fotográfico – Agua Potable 2 15
Tabla 9. Metodología Toma de muestras 16
Tabla 10. Preservación y almacenamiento de muestras 18
Tabla 11. Técnicas analíticas de laboratorio 19
Tabla 12. Datos meteorológicos zona de medición y muestreo 21
Tabla 13. Resultados parámetros fisicoquímicos y microbiológico - Agua Potable 22
Tabla 14. Conductividad (Terminal Unificada) 24
Tabla 15. Concentraciones de Cloro Residual Libre 24
Tabla 16. Comportamiento de la Turbiedad 26
Tabla 17. Comportamiento Color Aparente 26
Tabla 18. Comportamiento de la Turbiedad 27
Tabla 19. Concentraciones de COT 27
Tabla 20. Análisis de iones 27
Tabla 21. Concentraciones fosfatos 28

Tabla 22. Compuestos nitrogenados 28
Tabla 23. Metales. 29
Tabla 24. Olor y Sabor 29
Tabla 25. Carga Microbiológica 30

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comportamiento del pH 23
Gráfica 2. Comportamiento de la alcalinidad 25
Gráfica 3. Comportamiento de la dureza total 25

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación general 12
Ilustración 2. Ubicación especifica de punto de monitoreo 1. 13
Ilustración 3. Ubicación especifica de punto de monitoreo 2. 13

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua potable proveniente de dos (2) puntos ubicados en el área de influencia del municipio gama y vereda san roque, departamento de Cundinamarca.

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.

La caracterización de las muestras de agua se relaciona de acuerdo a las disposiciones establecidas en la Resolución 2115 de 2007 emitida por los Ministerios de Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Las muestras de agua fueron recolectadas el día 10 de diciembre del 2024 bajo el plan de monitoreo No 947 los cuales son identificados como:

- ENTRADA PTAP
- 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 éstos, tomando como referencia lo establecido en la Resolución 2115 de 2007 de MPS – MAVDT, hoy MADS.

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

2 OBJETIVOS

2.1 General

Realizar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua para consumo humano localizados en el municipio gama y vereda san roque para conocer su calidad y determinar el cumplimiento de la normativa vigente.

2.2 Específicos

- ✓ Determinar mediante análisis fisicoquímico y microbiológico el estado actual de la calidad de agua en el punto de muestreo.

- ✓ Efectuar la interpretación de los resultados de laboratorio obtenidos para cada uno de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos determinados en las muestras de agua para consumo y analizar el grado de cumplimiento de estos frente a los criterios normativos estipulados en la Resolución 2115 del 2007.

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

3 MARCO LEGAL

En el presente informe de monitoreo de calidad de agua para consumo humano, se contempla la siguiente normatividad:

La Resolución 2115 de 2007 emitida por los Ministerios de Protección Social y Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano", artículos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, 14 y 15.

✓ **RESOLUCIÓN 2115 DEL 22 DE JUNIO DE 2007 MIN. PROTECCIÓN SOCIAL - MAVDT.** Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano:

Artículo 2: **Características Físicas.** El agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas que se señalan a continuación:

Tabla 1. Características Físicas

Características Físicas	Expresadas Como	Valor Máximo Aceptable
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable/no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Artículo **3: Conductividad.** El valor máximo aceptable para la conductividad puede ser hasta 1000 micro siemens/cm. Este valor podrá ajustarse según los promedios habituales y el mapa de riesgo de la zona. Un incremento de los valores habituales de la conductividad superior al 50% en el agua de la fuente, indica un cambio sospechoso en la cantidad de sólidos disueltos y su procedencia debe ser investigada de inmediato por las autoridades sanitaria y ambiental competentes y la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano.

Artículo 4: **Potencial de Hidrógeno.** El valor para el potencial de hidrógeno pH del agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0.

Artículo 5: **características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana.** Las características químicas del agua para consumo humano de los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias que al sobrepasar los valores máximos aceptables tienen reconocido efecto adverso en la salud humana, deben enmarcarse en los valores máximos aceptables que se señalan a continuación:

Tabla 2. Características químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN	0,05
Cobre	Cu	1,0
Cromo Total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,01

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Parágrafo 1. Si los compuestos de Trihalometanos totales o los de Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos señalados, exceden los valores máximos aceptables, es necesario identificarlos y evaluarlos, de acuerdo con el mapa de riesgo y a lo señalado por la autoridad sanitaria.

Artículo 6: **Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana**. Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana se señalan en el siguiente cuadro:

Tabla 3. Características químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO_2	0,1
Nitratos	NO_3	10
Fluoruros	F	1,0

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Parágrafo 1. Cualquier incremento en las concentraciones habituales de Carbono Orgánico Total – COT – debe ser investigado conjuntamente por la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano y la autoridad sanitaria, con el fin de establecer el tratamiento correspondiente para su reducción.

Artículo 7: **Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana**. Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud se señalan a continuación:

Tabla 4. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	$CaCo_3$	200
Cloruros	Cl^-	250
Aluminio	Al^3	0,2
Dureza Total	$CaCo_3$	300
Hierro Total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO_4^{-2}	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO_4^{-3}	0,5

Fuente: Resolución 2115 de 2007

***Artículo 8*: Características químicas relacionadas con los plaguicidas y otras sustancias.** Las características químicas del agua para consumo humano deberán sujetarse a las concentraciones máximas aceptables de plaguicidas y otras sustancias químicas que se señalan a continuación. Estas concentraciones no se aplican a las características señaladas en los Artículos 5, 6 y 7 de la presente Resolución.

1. La concentración máxima aceptable presente en el agua es de 0,0001 mg/L para cada una de las siguientes características químicas:

a. Las características químicas reconocidas por el Ministerio de la Protección Social como cancerígenas, mutagénicas y teratogénicas o las referencias reconocidas por el mencionado Ministerio. No se incluye el asbesto, pues se considera cancerígeno solo por la inhalación.

b. Las características químicas cuyo valor DL_{50} oral mínimo reconocido sea menor o igual a 20 mg/Kg, según las referencias reconocidas por el Ministerio de la Protección Social.

c. Las características cuya información reconocida por el Ministerio de la Protección Social, sean catalogadas como extremada o altamente peligrosas.

d. Las características químicas de origen natural o sintético sobre las que se considere necesario aplicar normas de precaución, en el sentido de que, a pesar de no poseer suficiente información científica, se considere necesario adoptar medidas para prevenir daños graves o irreversibles a la salud de las personas, en razón a las condiciones de uso y manejo de las mismas.

2. La concentración máxima aceptable para las sustancias químicas no consideradas en el numeral 1 del presente artículo, cuyos valores de DL_{50} oral más bajos conocidos se encuentren entre 21 y 200 mg/Kg, según las referencias reconocidas por el Ministerio de la Protección Social es de 0,001 mg/L

3. La concentración máxima aceptable para cada una de las sustancias químicas no consideradas en los numerales 1 y 2 del presente artículo, cuyos valores de DL_{50} oral más bajos conocidos se encuentren entre 201 y 2000 mg/Kg según las referencias reconocidas por el Ministerio de la Protección Social es de 0,01 mg/L.

Parágrafo 1. La concentración total de plaguicidas y demás sustancias concernientes en los numerales 1, 2 y 3 del presente artículo, se ajustarán como se señala a continuación:

a. La suma total de las concentraciones de plaguicidas y demás sustancias, cuyo valor individual máximo admisible sea de 0,0001 mg/L podrá ser de 0,001 mg/L como máximo, sin que en ningún caso se excedan los valores individuales.

b. La suma total de las concentraciones de plaguicidas y demás sustancias, cuyo valor individual máximo admisible se de 0,001 mg/L podrá ser de 0,01 mg/L como máximo, sin que en ningún caso se excedan los valores individuales.

c. La suma total de las concentraciones de plaguicidas y demás sustancias cuyo valor individual máximo admisible sea de 0,01 mg/L podrá ser de 0,1 mg/L como máximo, sin que en ningún caso se excedan los valores individuales.

Parágrafo 2. Sin perjuicio de lo dispuesto en este artículo, la suma total de las concentraciones de plaguicidas no podrá ser superior a 0,1 mg/L.

Parágrafo 3 El mapa de riesgo también deberá incluir las características químicas potencialmente toxicas consideradas en los numerales 1,2 y 3 del presente artículo que se deben analizar en una determinada muestra.

Artículo 9: **Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización** Además de lo señalado en los artículos 5, 6, 7 y 8 de la presente Resolución, dentro de las características químicas del agua para consumo humano se deberán tener en cuenta los siguientes valores aceptables para otras sustancias químicas utilizadas en el tratamiento del agua así:

1. El valor máximo aceptable del residual de aluminio derivado de su uso como coagulante en el tratamiento de agua para consumo humano en su forma (Al^{+3}) será de 0,2 mg/L. Si se utiliza otro coagulante basado en sales de hierro, el valor máximo aceptable para el residual será 0,3 mg/L.

   En el caso de utilizar otras sustancias químicas en el tratamiento del agua para consumo humano, el valor aceptable para el residual correspondiente u otras

consideraciones al respecto, serán las reconocidas por las Guías de la Calidad de Agua vigentes de la Organización Mundial de la Salud y adaptadas por el Ministerio de la Protección Social.

2. El valor aceptable del cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución del agua para consumo humano deberá estar comprendido entre 0,3 y 2,0 mg/L. La dosis de cloro por aplicar para la desinfección del agua y asegurar el residual libre debe resultar de pruebas frecuentes de demanda de cloro.

   Cuando se utilice un desinfectante diferente al cloro o cualquiera de las formulaciones o sustancias que utilicen compuestos distintos para desinfectar el agua para consumo humano, los valores aceptables ´para el residual correspondiente u otras consideraciones al respecto, serán los reconocidos por la Organización Mundial de la Salud y adoptados por el Ministerio de la Protección Social, quien tendrá en cuenta el respectivo concepto toxicológico del producto para expedir el concepto técnico.

3. Las plantas de tratamiento deben garantizar mediante sistemas, estructuras o procedimientos de control, el tiempo de contacto del cloro como desinfectante, antes de enviar el agua a las redes y de poner el alcanizante, el cual debe ser establecido de acuerdo con las tablas del artículo 115 de la Resolución 1096 de 2000 del entonces Ministerio de Desarrollo Económico, o la norma que la sustituya, modifique o adicione.

4. La cal, el sulfato de aluminio, el cloro y el hipoclorito utilizados en el tratamiento o potabilización del agua para el consumo humano, deben cumplir con la calidad determinada por la Resolución N° 2314 de 1986 del Ministerio de Salud hoy de la Protección Social o la norma que la sustituya, modifique o adicione y con lo previsto en el capítulo C4 – Coagulación – Mezcla rápida – de que trata el titulo C del Reglamento de Agua y Saneamiento del año 2000, expedido por el entonces Ministerio de Desarrollo Económico o el que lo sustituya, modifique o adicione.

   Para otros productos, materiales (polímeros) o insumos que vayan a ser utilizados en la potabilización del agua para consumo humano, el Ministerio de la Protección Social emitirá el respectivo concepto técnico, el cual incluye el concepto toxicológico.

Artículo 11: **Características microbiológicas**. Las características microbiológicas del agua para consumo humano deben enmarcarse en los siguientes valores máximos aceptables desde el punto de vista microbiológico, los cuales son establecidos teniendo en cuenta los límites de confianza del 95% y para técnicas con habilidad de detección desde 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) o 1 microorganismo en 100 cm3 de muestra:

Tabla 5. Características Microbiológicas

Técnicas Utilizadas	Coliformes totales	Escherichia Coli
Filtración por membrana	0 UFC/100cm^3	
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm^3	
Sustrato Definido	0 microorganismos en 100 cm^3	
Presencia - Ausencia	Ausencia en 100 cm^3	

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Parágrafo 1. Como prueba complementaria se recomienda realizar la determinación de microorganismos mesofílicos, cuyo valor máximo aceptable será de 100 UFC en 100 cm3.

Parágrafo 2. Ninguna muestra de agua para consumo humano debe contener E. Coli en 100 cm3 de agua, independientemente del método de análisis utilizado.

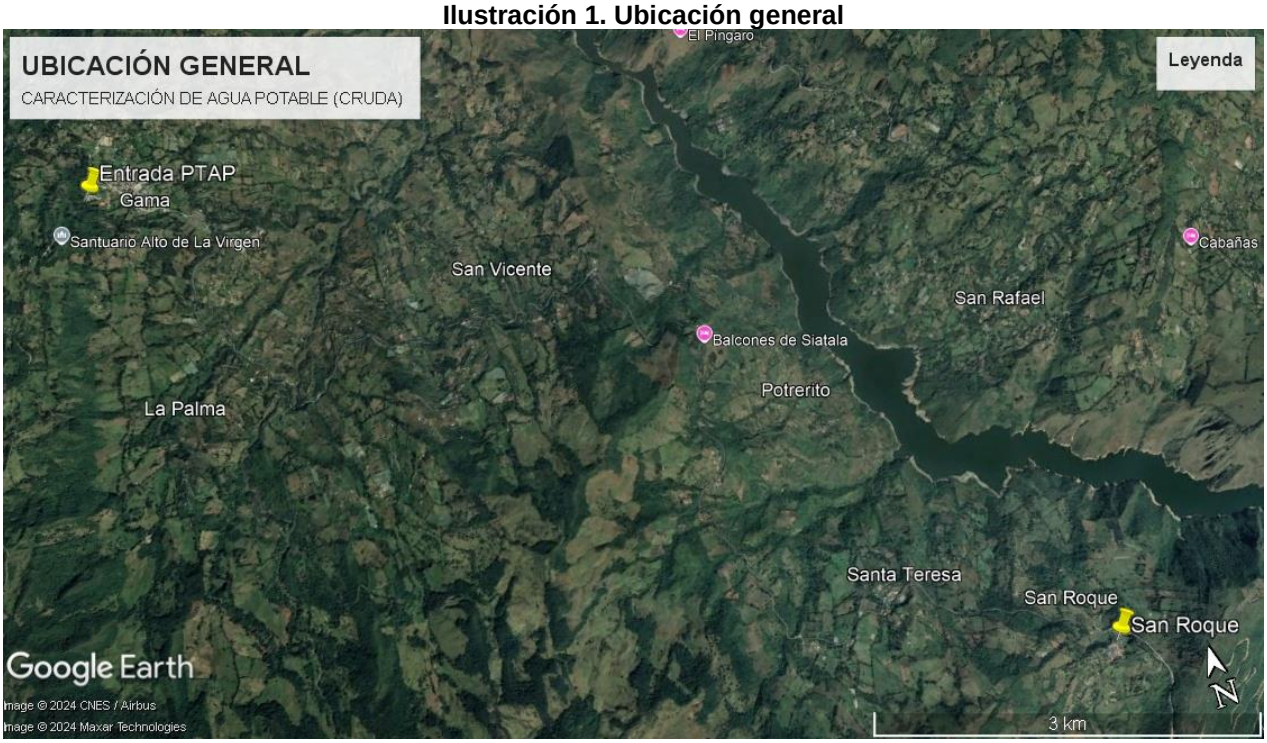
Parágrafo 3. El valor aceptable para Giardia es de cero (0) Quistes y para Cryptosporidium debe ser de cero (0) quistes por volumen fijado según la metodología aplicada.

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

4 PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA PARA TOMA DE MUESTRAS

Las actividades de campo para la toma de muestras de agua potable (cruda) se realizaron el día 10 de diciembre del 2024, directamente por profesionales del laboratorio CIAN S.A.S., de acuerdo con los puntos de monitoreo definidos previamente, los cuales se encuentran ubicados en el área de influencia del municipio gama y vereda san roque, departamento de Cundinamarca.

Ilustración 1. Ubicación general



Fuente: Google Earth Pro

4.1 Estaciones de muestreo

Las muestras para el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se tomaron en dos puntos:

Tabla 6. Punto de monitoreo agua de consumo

Sitio muestreo	Coordenadas Geográficas	
	Latitud	Longitud
Entrada PTAP	4°45'46,26"	73°36'49,53”
San Roque	4°42'58,11"	73°33'28,04”

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

Ilustración 2. Ubicación especifica de punto de monitoreo 1.



Fuente: Google Earth Pro

Ilustración 3. Ubicación especifica de punto de monitoreo 2.



Fuente: Google Earth Pro

A continuación, en la **Tabla 7** se presenta el registro fotográfico del punto de monitoreo de agua para consumo.

Tabla 7. Registro fotográfico – Agua Potable 1

Matriz	Agua Potable (Cruda)	**Punto 1**	Entrada PTAP
		Identificación	12497









Observaciones: Se realiza monitoreo de agua potable en la PTAP, la muestra no presenta iridiscencia, ni espumas, ni olor, su tonalidad es trasparente.

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

Tabla 8. Registro fotográfico – Agua Potable 2

Matriz	Agua Potable (Cruda)	**Punto 2**	San Roque
		Identificación	12499









Observaciones: Se realiza monitoreo de agua potable en el municipio San roque, origen del agua residencial , la muestra no presenta iridiscencia, ni olor ni espumas con una tonalidad trasparente.

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

4.2 Calidad del agua

4.2.1 Parámetros analizados

- **Fisicoquímicos:** Alcalinidad, Aluminio, Calcio Total, Carbono Orgánico Total (COT), Cloruros, Color Aparente, Dureza Total, Fluoruros, Fosfatos, Hierro, Magnesio, Manganeso, Molibdeno, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Turbiedad y Zinc.

- **Microbiológicos:** Coliformes totales y *E. Coli.*

- **In-Situ:** Cloro Residual Libre y pH

4.3 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, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos-U.S EPA en su Handbook for Analytical Quality Control in Water and Watewater Laboratories, y por la Asociación Americana de Trabajos del Agua- AWWA- en el American Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 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 la planeación del monitoreo.

La toma de muestras, en todos los casos, se efectuó en forma "manual" y puntual, 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 9.**

Tabla 9. Metodología Toma de muestras

ACCIÓN	DETALLE
Verificar el plan de muestreo	Todos los muestreos realizados por el personal de CIAN S.AS, deben obedecer a un plan de muestreo (OP-F-03), previamente elaborado y aprobado por el Coordinador de operaciones. El plan debe cumplir con los requerimientos del cliente y las condiciones del muestreo la

ACCIÓN	DETALLE
	información de interés debe ser relacionada en el formato de parámetros “in-situ” (OP-F-02) en la etapa 5.
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 al ser solicitados mediante el registro de Solicitud material de muestreo (OP-F-04).
Rotulación de envases	De acuerdo al plan de muestreo los recipientes antes de realizar el muestreo deben estar apropiadamente rotulados de acuerdo al análisis a realizar. 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 situ (OP-F-02) la 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. Los criterios de aceptación de las lecturas para una conductividad de 1413µS/cm son (1399µS/cm-1427µS/cm). Para las variables de pH y saturación de oxígeno, los criterios son indicados en cada equipo de medición, los cuales si no cumplen no permiten realizar las mediciones (+/- 0,03 unidades de pH), (+/-0,05% saturación oxigeno). Los resultados de la verificación de cada parámetro se deben registrar en el formato de determinaciones in situ (OP-F-02).
Toma de muestras de agua potable	-Colocar en el rotulo del recipiente la identificación del punto de toma de muestra. -Abrir el grifo completamente y dejar correr el agua durante unos minutos (3-5 min.) para purgar la tubería. -Antes de tomar la muestra cerrar el grifo y limpiar la boca con un paño con solución 5% de hipoclorito de sodio antes de tomar, alternativamente se puede flamear el grifo con mechero. -Abrir el grifo y dejar correr el agua durante unos minutos (3-4 min.). Muestra para análisis microbiológico: -Ubicar el recipiente con la etiqueta de análisis microbiológico, teniendo en cuenta que solo debe abrirse en el momento de la toma de muestra y no tocar la boca ni el interior de la tapa del recipiente para evitar contaminación. -Llenar el recipiente con la muestra dejando en la parte superior del envase un espacio de aire de por lo menos 3 cm de altura. -Tapar herméticamente el recipiente. Muestra para análisis varios: -Ubicar el recipiente y llenar completamente con la muestra y taparlo herméticamente. -Si es necesario preservar la muestra tal como lo indica el rotulo del recipiente. Seguir los requisitos establecidos en el documento LA-FT-07
Toma de Muestras análisis Microbiológico	-Ubicar el recipiente estéril con la etiqueta de análisis microbiológico y colocar en el rotulo del recipiente la identificación del punto de toma de muestra. -Solo debe abrirse en el momento de la toma de muestra y no tocar la boca ni el interior de la tapa del recipiente para evitar contaminación.

<table>
<tr><th>ACCIÓN</th><th>DETALLE</th></tr>
<tr><td></td><td>-Llenar el recipiente con la muestra dejando en la parte superior del envase un espacio de aire de por lo menos 3 cm de altura.

-Tapar herméticamente el recipiente.</td></tr>
<tr><td>Medición de parámetros In-Situ</td><td>-Medir el caudal antes de tomar la muestra
-Tan pronto se toma cada muestra se deben medir los parámetros in situ establecidos en el plan de muestreo (OP-F-03).
-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 (OP-F-02), así como la verificación de las soluciones de control de calidad.
Determinación sólidos sedimentables
a) Homogeneizar la muestra e inmediatamente llenar el Cono de Inhoff 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 del mismo, 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 Inhoff</td></tr>
<tr><td>Preservación y almacenamiento de las muestras</td><td>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 10, para algunos parámetros:

Tabla 10. Preservación y almacenamiento de muestras
<table>
<tr><th>Determinación</th><th>Preservación</th><th>Almacenamiento máximo recomendado</th></tr>
<tr><td>Cloruro</td><td>Refrigerar ≤ 6°C</td><td>28 d</td></tr>
<tr><td>Fluoruro</td><td>Refrigerar ≤6°C</td><td>28 d</td></tr>
<tr><td>Fosfato</td><td>Refrigerar ≤6°C</td><td>48 h</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>Metales</td><td>Para metales disueltos filtrar inmediatamente, Adicionar HNO_3 (Ácido nítrico) a pH <2</td><td>6 meses</td></tr>
<tr><td>Nitrato</td><td>Analizar lo más pronto posible o refrigerar ≤6°C</td><td>48 h (14 d para muestras cloradas)</td></tr>
<tr><td>Nitritos</td><td>Analizar lo más pronto posible o refrigerar ≤6°C</td><td>48 h</td></tr>
<tr><td>Sulfato</td><td>Refrigerar ≤ 6°C</td><td>28 d</td></tr>
<tr><td>Turbidez</td><td>Analizar el mismo día; para más de 24 h guardar en oscuridad, r Refrigerar ≤ 6°C</td><td>48 h</td></tr>
<tr><td>pH</td><td>Análisis inmediato</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="3">MICROBIOLÓGICO</td></tr>
<tr><td>Coliformes Totales y Fecales</td><td>Esterilidad, Refrigeración ≤6°C, si es agua potable adicionar tiosulfato de sodio, Dejar un espacio entre la muestra y la tapa del recipiente</td><td>24h</td></tr>
</table>
El rotulo que lleva cada recipiente especificará la forma en que se debe preservar la muestra.</td></tr>
</table>

ACCIÓN	DETALLE
	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.
Diligenciar el formato de cadena de custodia	-Una vez embaladas las muestras se diligencia la información solicitada en el formato de cadena de custodia (OP-F-01). Los espacios que no sean diligenciados se les deben trazar una Línea horizontal.
Transportar las muestras al Laboratorio	- 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 -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., 2024

4.4 Análisis de las muestras:

Para el análisis de las muestras, CIAN S.A.S cuenta con la autorización del Ministerio de salud y protección social, para la realización de análisis físicos y químicos al agua para consumo humano (Resolución 229 de 2024). Las muestras de agua para los análisis de calidad del agua 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 11** se presentan las técnicas analíticas utilizadas para la determinación de cada parámetro.

Tabla 11. Técnicas analíticas de laboratorio

Parámetro	Unidad	Técnica Analítica	Límite Cuantificación
Fisicoquímicos			
Alcalinidad Total	mg/L	SM 2320 B	4
Aluminio Total	mg/L	SM 3030 E, SM 3111 D	0,2
Calcio Total	mg/L	SM 3500 Ca B	1
Carbono Orgánico Total	mg/L	SM 5310 B	5
Cloruros	mg/L	SM 4500 Cl B	5
Color Aparente	U Pt-Co	SM 2120 C	9
Dureza Total	mg/L	SM 2340 C	1
Fluoruros	mg/L	SM 4500 F-B,C	1
Fosforo Total	mg/L	SM 4500-P B4,E	0,1
Hierro Total	mg/L	SM 3030 E, SM 3111 B	0,3

Magnesio Total	mg/L	SM 3500 Mg B	1
Nitritos	mg/L	SM 4500 NO2 B	0,04
Olor	N.A	J. RODIER 9a Ed. Num 2.2	No aplica
Sulfatos	mg/L	SM 4500 SO4 2- E	10
Turbiedad	NTU	SM 2130 B	3
Zinc Total	mg/L	SM 3030 E, SM 3111 B	0,05
Microbiológicos			
Coliformes Totales	NMP/100mL	SM 9223 B	1
Escherichia coli	NMP/100mL	SM 9223 B	1
In-Situ			
Cloro Residual Libre	mg/L	KIT HI97711	No aplica
Conductividad	µS/cm	SM 2510 B	No aplica
pH	unidades	SM 4500-H+B	No aplica

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

5 DATOS METEOROLÓGICOS

Durante el desarrollo del monitoreo no se presentaron precipitaciones de acuerdo con las observaciones realizadas por el personal de campo. En la **Tabla 12**, se presentan los datos meteorológicos generales.

Tabla 12. Datos meteorológicos zona de medición y muestreo

Datos Meteorológicos	Agua Potable (pozo)
Altura (m)	2576
Temperatura (°C)	20
Humedad Relativa Promedio (%)	69

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

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES

6 RESULTADOS

A continuación, en la **Tabla 13** se presentan los resultados de laboratorio a partir de la caracterización fisicoquímica y microbiológica realizada sobre el punto de monitoreo.

Los resultados obtenidos se comparan con los valores establecidos por la Resolución 2115 de 2007 de los Ministerios de Protección Social y Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en la que se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Tabla 13. Resultados parámetros fisicoquímicos y microbiológico - Agua Potable

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	Resolución 2115 de 2007
		12498	12499	
Fecha de muestreo	aaaa/mm/dd	10/12/2024	10/12/2024	N.E.
Hora de muestreo	hh:mm	07:50	11:00	N.E.
Fisicoquímicos				
Alcalinidad Total	mg/L	14	9	200
Aluminio Total	mg/L	<0,2	<0,2	0,2
Calcio Total	mg/L	11	4	60
Carbono Orgánico Total	mg/L	<5	<5	5
Cloruros	mg/L	<5	<5	250
Color Aparente	U Pt-Co	<9	<9	15
Dureza Total	mg/L	37	14	300
Fluoruros	mg/L	<1	<1	1
Fosforo total	mg/L	<0,1	<0,1	N.E.
Hierro Total	mg/L	0,204	<0,1	0,3
Magnesio Total	mg/L	2	<1	36
Material Flotante	N.A	Ausente	Ausente	N.E.
Nitritos	mg/L	<0,04	<0,04	0,1
Olor	N.A	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Sulfatos	mg/L	19,2	<10	250
Turbiedad	NTU	2,22	0,58	2
Zinc Total	mg/L	<0,05	<0,05	3
Microbiológicos				
Coliformes Totales	NMP/100mL	1413,6	816,4	1
Escherichia Coli	NMP/100mL	19,9	7,4	1
In-Situ				
Cloro Libre	mg/L	0,07	0,02	0,3 -2,0
Conductividad	µS/cm	68	26	1000
pH	unidades	6,31	8,55	6,5-9,0

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.
Fuente: Laboratorio CIAN S.A.S., (Informe No. 3001, muestras 12498 y 12499), 2024.
Resolución 2115 de 2007: Artículos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 11 (Límites máximos aceptables para agua Potable).

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se analizan parámetros de interés ambiental y sanitario, luego de ser compararlos con los límites que establece la Resolución 2115 de 2007, Artículos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 11 para agua de consumo humano.

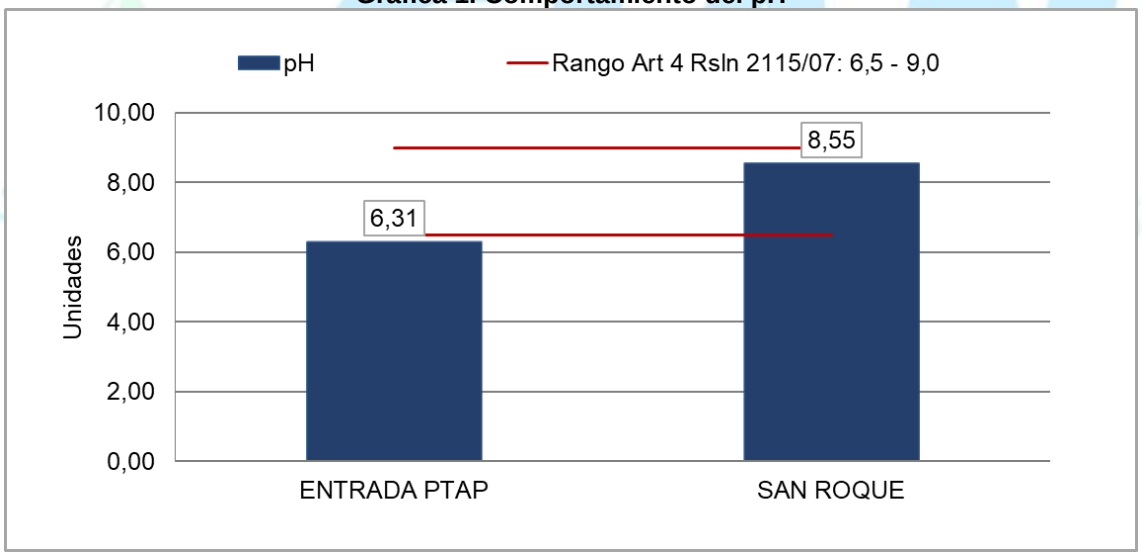
Las muestras para el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos fueron recolectadas en dos (2) puntos así:

- Entrada PTAP
- San Roque

7.1 Análisis fisicoquímico de aguas de consumo

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.

Gráfica 1. Comportamiento del pH



Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

En cuanto al comportamiento de la variable de pH registrado en los puntos de monitoreo, es posible observar que el agua posee características Ligeramente acidas (6,31 Unidades) para el punto Entrada PTAP y características Alcalinas (8,55 Unidades) para el punto San Roque. Respecto al cumplimiento normativo el valor reportado está el punto San roque está dentro del rango normativo establecido en el Artículo 4 de la Resolución 2115 de 2007. (6,5 – 9,0), sin embargo el punto Entrada PTAP se encuentra por debajo del rango establecido por la norma.

Conductividad. La variable de conductividad representa la capacidad que registra el agua para conducir una corriente eléctrica y esta a su vez depende de las concentraciones de sales disueltas como cloruros, sulfatos y fosfatos y materiales sólidos disponibles en el medio.

Tabla 14. Conductividad (Terminal Unificada)

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	Resolución 2115 de 2007
		12498	12499	
Conductividad	uS/cm	68	26	1000 µS/cm

Fuente: CIAN S.A.S.

Para el presente monitoreo la variable en mención registró valores de 68 µS/cm y 26 µS/cm respectivamente (Ver **Tabla 14.**), indicando que las muestras de agua de consumo analizadas presentan bajos contendidos de iones de sales con un grado de mineralización *"Muy Débil"* (Rodier,2009) para los dos puntos monitoreados. De acuerdo con el criterio de calidad para agua de consumo cumple lo estipulado en el Artículo 3 de la Resolución 2115 de 2007, es importante destacar que el valor de conductividad reportado en el punto monitoreado se encuentra dentro del límite máximo aceptable (1.000 µS/cm.).

El **Cloro Residual Libre** se refiere a la cantidad de cloro en cualquier forma que permanece en el agua después del tratamiento (durante el cual la demanda fue satisfecha), esta se evalúa a fin de asegurar la desinfección durante un tiempo determinado (Gelover, Gómez, Reyes & Leal, 2006). Cuando se agrega cloro al agua, este oxida la materia orgánica y bacterias que se encuentren en el líquido; al mismo tiempo su poder bactericida va disminuyendo por esa causa, por efecto de la luz y por desnaturalización espontanea.

Tabla 15. Concentraciones de Cloro Residual Libre

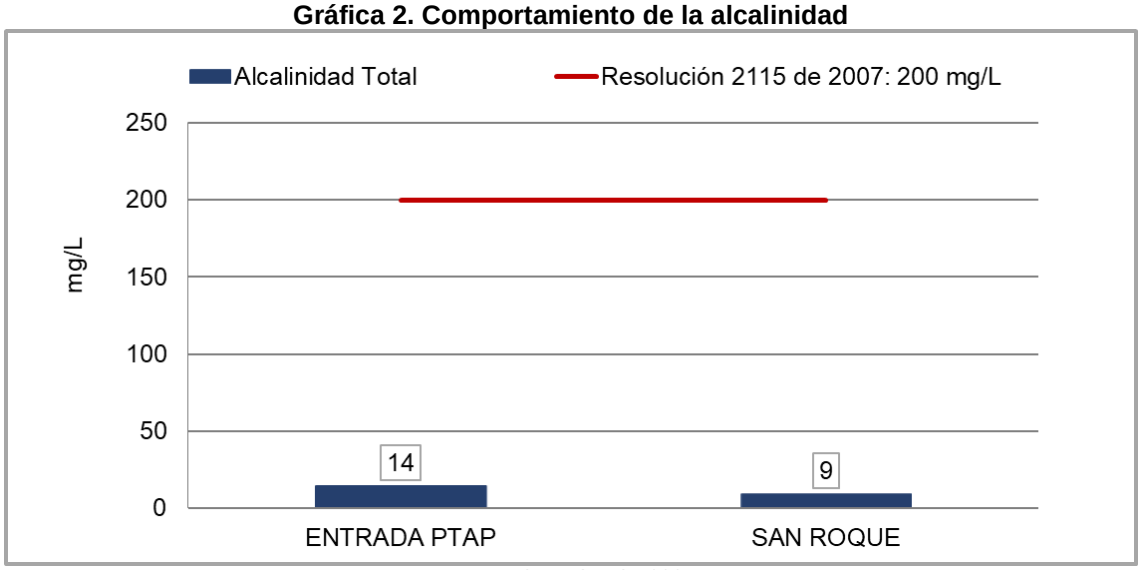
Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	Resolución 2115 de 2007
		12498	12499	
Cloro Residual Libre	mg/L	0,07	0,02	0,3 -2,0

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

El cloro residual libre registró concentraciones de 0,07 mg/L para el punto Entrada PTAP y 0,02 mg/L para el punto San Roque. Indicando así que la concentración reportada en los puntos de monitoreo es inferior al rango de permisibilidad establecido por el Articulo 9 de la Resolución 2115 de 2007 (0,3 – 2,0 mg/L)

La **alcalinidad** es un parámetro que determina la capacidad de un agua para neutralizar los efectos ácidos que sobre ella actúen. Los constituyentes principales de la alcalinidad son los bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos.

Gráfica 2. Comportamiento de la alcalinidad

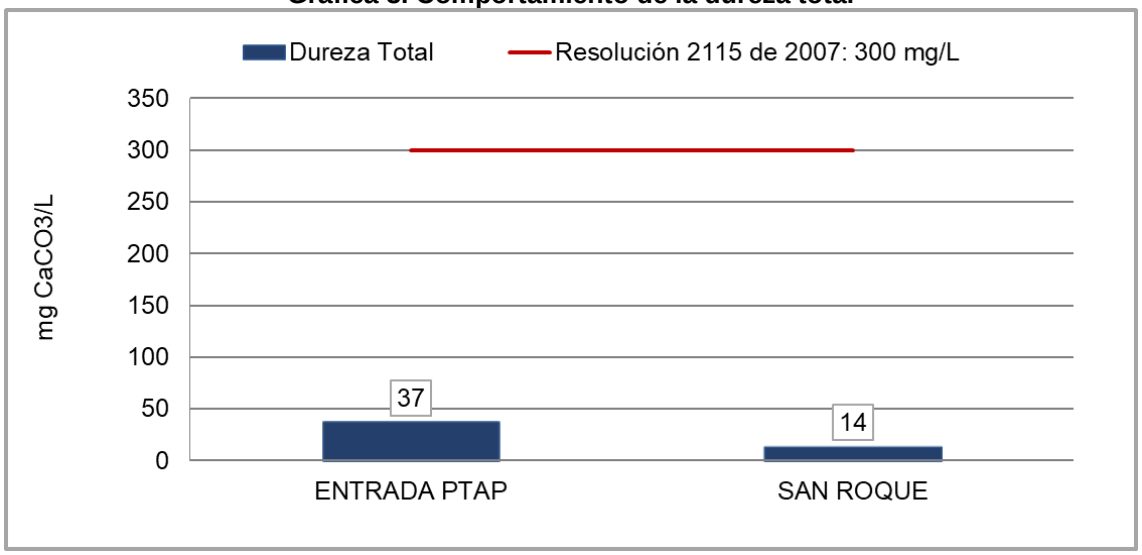


Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

La alcalinidad total reportó una concentración de 14 mg/L y 9 mg/L respectivamente indicando así que el contenido bicarbonatos e hidróxidos es bajo, la alcalinidad se caracteriza como “Baja”. Respecto al cumplimiento normativo las concentraciones reportadas en el punto de monitoreo cumplen con el límite máximo permisible establecido en el Artículo 7 de la Resolución 2115 de 2007. (200 mg/L).

La **dureza total** en las aguas se debe a la presencia de iones y/o compuestos naturales cuya formación se deba a componentes de calcio y de magnesio; por lo tanto, el análisis de dureza suele estar relacionado a la alcalinidad ya que la presencia de carbonatos o bicarbonatos puede llegar a aumentar las concentraciones finales de dureza total.

Gráfica 3. Comportamiento de la dureza total



Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

La dureza total registró concentraciones de 37 mg/L para el punto Entrada PTAP y 14 mg/L para el punto San Roque, indicando así que el agua en los puntos analizados es “Blanda” (Romero Rojas, 2000), este comportamiento se encuentra influenciado por el contenido de iones metálicos especialmente de calcio y magnesio presentes en el agua. Respecto al cumplimiento normativo las concentraciones reportadas en el punto de monitoreo son acordes al límite máximo permisible establecido en el Artículo 7 de la Resolución 2115 de 2007. (300 mg/L).

La **turbiedad** es una expresión del efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua, puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otras arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos, entre otros (Romero, 2009).

Tabla 16. Comportamiento de la Turbiedad

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	Resolución 2115 de 2007
		12498	12499	
Turbiedad	NTU	2,22	0,58	2

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

La turbiedad registra una concentración de 2,22 NTU en el punto Entrada PTAP y 0,58 mg/L en el punto San Roque, lo cual indica que las concentraciones de sólidos suspendidos que inciden en la turbiedad moderada y baja respectivamente. Con base en lo anterior, la muestra de agua del punto San Roque cumple con el límite máximo permisible (2 NTU) establecido en el Artículo 2 de la Resolución 2115 de 2007, sin embargo el punto Entrada PTAP supera el límite máximo permisible de la norma.

El **Color Aparente** es el que presenta el agua en el momento de su recolección sin haber pasado por un filtro de 0,45 micras.

Tabla 17. Comportamiento Color Aparente

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	Resolución 2115 de 2007
		12498	12499	
Color Aparente	U Pt-Co	<9	<9	15

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

El color aparente reporto un valor inferior al límite de cuantificación (<9 U Pt-Co) para ambos puntos de monitoreo, comportamiento relacionado con el contenido de sólidos disueltos. Con base en lo anterior, las muestras de agua potable cumplen con el límite máximo permisible (15 U Pt-Co) establecido en el Artículo 2 de la Resolución 2115 de 2007.

Material Flotante. Sustancia o material que flota en la superficie del agua y no se disuelve en ella tras una agitación prolongada. Se encuentra ausente en las muestras de agua potables monitoreados en los dos puntos determinados.

Tabla 18. Comportamiento de la Turbiedad

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque
		12498	12499
Material Flotante	NTU	Ausente	Ausente

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

El **carbono orgánico total (COT).** Es un indicador de la calidad del agua ya que proviene principalmente de la materia orgánica natural en descomposición que posee la misma. Este parámetro corresponde a la cantidad total de carbono unido a un compuesto orgánico.

Tabla 19. Concentraciones de COT

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	Resolución 2115 de 2007
		12498	12499	
Carbono Orgánico Total	mg/L	<5	<5	5

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

Los resultados para los puntos de muestreo presentaron una concentración inferior al límite de cuantificación de <5 mg/L para ambos puntos, lo que permite establecer que la presencia de materia orgánica natural es poco representativa en los puntos de monitoreo. Respecto al cumplimiento normativo la concentración reportada en el punto de monitoreo cumple con el límite máximo permisible (5 mg/L) establecido en el Artículo 6 de la Resolución 2115 de 2007.

Análisis de iones (fluoruros, cloruros y sulfatos).

El ion cloruro es uno de los iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, su presencia es necesaria en aguas potables, es un indicador típico de contaminación de agua residual vertida, da señal de alerta acerca de la probabilidad de que el agua presente contaminación también de carácter microbiológica.

Los Sulfatos suelen ser sales solubles en agua, por lo que se distribuyen ampliamente en la naturaleza y pueden presentarse en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones, por su parte los fluoruros son definidos propiamente como compuestos binarios o sales de flúor y otro elemento, estos compuestos pueden incorporarse de forma natural en el agua a partir de la naturaleza de las formaciones geológicas que integran las fuentes de captación y la incorporación en el agua de ciertos compuestos mineralógicos. (ATSDR, 2003).

Tabla 20. Análisis de iones

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	Resolución 2115 de 2007
		12498	12499	
Cloruros	mg/L	<5	<5	250
Fluoruros	mg/L	<1	<1	1
Sulfatos	mg/L	19,2	<10	250

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

Las concentraciones reportadas para los fluoruros y los cloruros en los puntos de monitoreo fueron inferiores al límite de cuantificación y acordes con el tipo de matriz analizada, de acuerdo con lo anterior se puede establecer que no generan afectaciones a la calidad del agua, además es conforme con el límite máximo permisible establecido en la Resolución 2115 de 2007 (1 mg/L – Fluoruros y 250 mg/L – Cloruros).

En cuanto a los sulfatos reportaron concentraciones de 19,2 mg/L en el punto Entrada PTAP y <10 mg/L para el punto San Roque, indicando así la presencia baja de este tipo de iones en el agua analizada. Respecto al cumplimiento normativo las concentraciones reportadas en los puntos de monitoreo es conforme con el límite máximo permisible establecido en el Artículo 7 de la Resolución 2115 de 2007. (250 mg/L - Sulfatos)

Fosforo total. Los compuestos de fosfatados por lo general se encuentran en mayor concentración en aguas de tipo residual las cuales son vertidas directamente a las aguas superficiales; por su parte las aguas naturales de tipo superficial poseen niveles de fosfatos aportados por el uso de fertilizantes que son arrastrados o lavados de suelos circundantes al cuerpo de agua, la presencia de excreciones humanas y animales o al uso de detergentes y productos de limpieza. De acuerdo a las concentraciones que se encuentren en los cuerpos de agua puede derivarse un fenómeno natural de incremento de nutrientes conocido como eutrofización, el cual altera los niveles de oxígeno disponible decreciendo el factor de biota en las aguas. (Bolaños, Cordero, & Segura, 2017).

Tabla 21. Concentraciones fosfatos

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	San Roque
		12498	12499	12499
Fosforo Total	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

El fosforo Total en los puntos de monitoreado registro una concentración inferior al límite de cuantificación, la norma no establece límite máximo permisible por lo cual no se puede realizar una comparación.

Compuestos nitrogenados (nitritos).

Estos parámetros son nutrientes vitales para el crecimiento de plantas, sin embargo, concentraciones altas en cuerpos de agua superficial puede causar problemas de eutrofización o proliferación de algas. El contenido de nitrógeno total en ríos y aguas sin polución fuerte es de 0,1 a 3 mg/L, con respecto a los nitritos en aguas superficiales y subterráneas su concentración es generalmente menor de 0,1 mg/L.

Tabla 22. Compuestos nitrogenados

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	Resolución 2115 de 2007
		12498	12499	
Nitritos	mg/L	<0,04	<0,04	0,1

N.E.: No Establecido
Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

En cuanto al contenido de nitritos determinados en los puntos de monitoreo, registraron concentraciones inferiores al límite de cuantificación respectivamente; a partir de este comportamiento, es posible establecer que las concentraciones reportadas para el parámetro en mención son acordes a los ciclos naturales de estos elementos en el medio natural y a las características de las aguas destinadas para consumo tratada.

El parámetro de nitritos evaluados en los puntos de monitoreo fueron conforme al límite máximo permisibles (0,1 mg/L Nitritos), establecidos en el Artículo 6 de la Resolución 2115 de 2007.

Metales (Aluminio, Calcio Total, Hierro, Magnesio, Manganeso, Molibdeno y Zinc),

La presencia de metales en el agua se da por vía natural en concentraciones consideradas como niveles trazas. No obstante, las concentraciones de estos elementos en el agua aumentan considerablemente por acción antropogénica, lo cual resulta perjudicial para el medio ambiente y la salud humana en general (Reyes et.al, 2016).

Tabla 23. Metales.

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	Resolución 2115 de 2007
		12498	12499	
Aluminio Total	mg/L	<0,2	<0,2	0,2
Calcio Total	mg/L	11	4	60
Hierro Total	mg/L	0,204	<0,1	0,3
Magnesio Total	mg/L	2	<1	36
Zinc Total	mg/L	<0,05	<0,05	3

N.E.: No Establecido
Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

Los metales analizados registraron concentraciones bajas e inferiores al límite de cuantificación cumpliendo con los límites máximos permisibles de la resolución 2115 del 2007, es decir que se encuentran en concentraciones adecuadas que no generan afectación sobre la calidad del agua.

Parámetros organolépticos (Olor). El parámetro de olor evaluado en las muestras de agua potable provenientes de los puntos Entrada PTAP y San Roque, presentan condiciones “Aceptables” y dan cumplimiento con las características físicas estipuladas en el Artículo 2 de la Resolución 2115 de 2007 (Ver **Tabla 24**).

Tabla 24. Olor y Sabor

Parámetros	Unidades	Entrada PTAP	San Roque	RESOLUCIÓN 2115 DE 2007
		12498	12499	
Olor cualitativo	Cualitativo	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Fuente: CIAN S.A.S.

7.2 Análisis microbiológico de aguas de consumo

Coliformes Totales y *E. coli***.** 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 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 25. Carga Microbiológica

Parámetro	Unidad	Entrada PTAP	San Roque	Resolución 2115 de 2007
		12498	12499	
Coliformes Totales	NMP/100mL	1413,6	816,4	1
Escherichia coli	NMP/100mL	19,9	7,4	1

Fuente: CIAN S.A.S., 2024.

Los parámetros microbiológicos representados por los coliformes totales presentan una concentración de 1413,6 NMP/100 mL para la entrada PTAP y 816,4 NMP/100 Ml para San Roque los cuales superan los límites máximos permisibles proporcionados por la Resolución 2115 del 2007 en tanto a *Escherichia coli* presentan una concentración de 19,9 NMP/100 mL y 7,4 NMP/100 mL respectivamente estos superan a los límites máximos permisibles de agua de consumo de la Resolución 2115 del 2007.

8 CONCLUSIONES

El informe TE_IF_944_APO_24 se presentan los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua potable proveniente de los dos (2) puntos ubicados en el área de influencia del municipio gama y vereda san roque, departamento de Cundinamarca.

Según los resultados del laboratorio y los criterios normativos fijados en la Resolución 2115 de 2007, se presentan las siguientes conclusiones:

- El pH presentó características Ligeramente acidas para el punto Entrada PTAP y Alcalinas para el punto San Roque para las muestras analizadas respectivamente, siendo conforme con el rango permisible establecido en la Resolución 2115 de 2007 (6,5 unidades -9 unidades) para el punto San roque pero encontrándose por debajo para el punto Entrada PTAP.

- La variable de conductividad determinada en las muestras de agua potable es acorde a las concentraciones de sales disueltas y materiales sólidos disueltos presentan un grado de mineralización “Muy Débil” para ambos puntos. Respecto al cumplimiento normativo es importante destacar que el valor de conductividad reportado se encuentra por debajo del límite máximo permitido en la Resolución 2115 de 2007.

- El cloro residual libre registró concentraciones inferiores con el rango de permisibilidad establecido por el Articulo 9 de la Resolución 2115 de 2007 (0,3 – 2,0 mg/L).

- La alcalinidad presentó una concentración baja, indicando así que el contenido bicarbonatos e hidróxidos es bajo, por lo cual, la alcalinidad se caracterizó como “Baja”. Respecto al cumplimiento normativo la concentración reportada en el punto de monitoreo cumple con el límite máximo permisible (200 mg/L) establecido en el Artículo 7 de la Resolución 2115 de 2007.

- La dureza registró una concentración baja, indicando así que el agua en los puntos analizados es “Blanda”. Respecto al cumplimiento normativo la concentración reportada en el punto de monitoreo cumple con el límite máximo permisible (300 mg/L) establecido en el Artículo 7 de la Resolución 2115 de 2007.

- El color aparente en el punto cumple con el referente normativo establecido (15 U Pt-Co) en el Artículo 2 de la Resolución 2115 de 2007. Por otra parte, los valores reportados por turbiedad en el punto de monitoreo San Roque cumple con el límite máximo permisible (2 NTU) establecido en el Artículo 2 de la Resolución 2115 de 2007, mientras que para el punto Entrada PTAP supera este límite.

- El material Flotante se encuentra ausente en los dos puntos monitoreados.

- Las concentraciones reportadas para el carbono orgánico total en los puntos analizados, cumplen con el límite máximo permisible (5 mg/L) establecido en el Artículo 6 de la Resolución 2115 de 2007.

- Las muestras de agua provenientes del punto de monitoreo registro concentraciones bajas e inferiores al límite de cuantificación de fluoruros, cloruros y sulfatos siendo conformes a los límites normativos (250 mg/L Cloruros - Sulfatos y 1,0 mg/L Fluoruros) establecidos en la Resolución 2115 de 2007.

- Los fosfatos y los compuestos nitrogenados analizados (nitritos), presentaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación. Se evidencio que los parámetros en mención fueron conformes a los límites máximos permisibles (0,5 mg/L Ortofosfatos, 10 mg/L Nitratos y 0,1 mg/L Nitritos) establecidos en la Resolución 2115 de 2007.

- Los metales analizados, registraron concentraciones bajas e inferiores al límite de cuantificación los cuales cumplen con los límites establecidos por la Resolución 2115 de 2007, excepto el Hierro que exceden los límites máximos permisibles en la resolución.

- Para los dos puntos monitoreados presenta condiciones aceptables de olor.

- La carga microbiológica, representada por los coliformes totales y para *Escherichia coli*, se encuentra superando los límites máximos permisibles de la resolución 2115 del 2007, para los dos puntos monitoreados.

FIN DE INFORME

9 ANEXOS

1. Resultados de Laboratorio
2. Formatos de Campo
3. Acreditación IDEAM

CIAN CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES