

EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA  
RED DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUEDUCTO AGUAS LA CRISTALINA EN EL  
BARRIO CRISTO REY MUNICIPIO DE VILLAGARZÓN DEPARTAMENTO DEL  
PUTUMAYO

PRESENTADO POR

YESSIKA ISLENNY CAICEDO BASTIDAS  
GINNA VANESSA CORREA DELGADO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA AMBIENTAL  
MOCOA  
2016

EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA  
RED DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUEDUCTO AGUAS LA CRISTALINA EN EL  
BARRIO CRISTO REY MUNICIPIO DE VILLAGARZÓN DEPARTAMENTO DEL  
PUTUMAYO

PRESENTADO POR

YESSIKA ISLENNY CAICEDO BASTIDAS  
GINNA VANESSA CORREA DELGADO

Trabajo de grado, modalidad tesis para optar por el título de ingeniería Ambiental

ASESOR:

INGENIERA: SOENDRA CARDONA BETANCOURT

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA AMBIENTAL  
MOCOA  
2016

Nota de aceptación:

---

---

---

---



---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Mocoa, 10 de diciembre del 2016

**“Los conceptos, afirmaciones  
y opiniones contenidas en el presente trabajo son responsabilidad única y  
exclusiva de sus autores, y no comprometen al Instituto Tecnológico del  
Putumayo”. (CIECYT)**

## AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a Dios por la vida, la fortaleza en el transcurso de este camino y por permitirme llegar a este punto, fin de una etapa más pero comienzo de otra nueva que viviré con mayor intensidad y responsabilidad.

A mi familia y a mis amigos de quienes he recibido siempre apoyo sincero, Especialmente de mi abuela Angélica Martínez y mi hermano Liyen Rodríguez quienes no solo recorrieron junto a mí este camino sino que ayudaron a construir mi presente, Al recuerdo de mi madre, mi mayor ángel,... Quien despertó en mí el interés por salir adelante y ha sido mi más grande motivación.

A todos aquellos maravillosos seres que han compartido junto a mí sus enseñanzas y mis logros en estos años, así como quienes han estado para darme una voz de aliento en los momentos difíciles

Así mismo, quiero mostrar mi gratitud a la ingeniera Soendra Cardona por su tiempo, dedicación e interés en el desarrollo de este trabajo y a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta.

Yesica B

Primeramente te agradezco a ti mi DIOS por bendecirme para llegar hasta donde he llegado.

A mis padres Bernardo Correa y Olivia Delgado, que gracias a su esfuerzo y su apoyo incondicional lograron sacarme adelante, mis hermanos por sus consejos de apoyo, ánimo y compañía, y en especial dedico esta tesis la cual significa un nuevo camino en mi vida profesional, a mi compañero de vida Christian Javier Chamorro Velasco y mi adorado hijo Christian Daniel. Los cuales son el motor de mi vida y mis ganas de salir adelante.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional, docentes, compañeros, amigos, familiares, a las que me encantaría agradecerles su amistad, conocimiento, experiencias y enseñanzas, Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Ginna C.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Contenido</b>	<b>pág.</b>
INTRODUCCION.....	12
1. TITULO .....	13
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	13
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.3. Justificación.....	16
1.4. OBJETIVOS .....	19
1.4.1. Objetivo General: .....	19
1.4.2. Objetivos Específicos: .....	19
1.5. MARCO REFERENCIAL .....	19
1.5.1. Marco teórico.....	19
1.5.2. Marco legal.....	28
1.5.3. Marco conceptual .....	30
1.5.4. Marco contextual .....	31
1.6. METODOLOGÍA.....	40
2. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	45
3. CONCLUSIONES.....	79

## LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. color aparente .....	48
Grafica 2 ph.....	49
Grafica 3 conductividad .....	50
Grafica 4 curva turbiedad .....	52
Grafica 5 curva hierro .....	53
Grafica 6 curva nitratos .....	54
Grafica 7 curva alcalinidad .....	56
Grafica 8 curva cloro libre.....	57
Grafica 9 curva cloruros .....	58
Grafica 10 curva coliformes fecales.....	59
Grafica 11 curva coliformes totales .....	60
Grafica 12 promedio ph .....	65
Grafica 13. promedio turbiedad .....	66
Grafica 14. promedio conductividad .....	66
Grafica 15. promedio cloro residual.....	68
Grafica 16. promedio alcalinidad .....	69
Grafica 17. promedio dureza total .....	70
Grafica 18. irca anual .....	72

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 parámetros microbiológicos.....	21
Tabla 2 parámetros organolépticos, físicos y químicos.....	24
Tabla 3 resultados irca consolidado, urbano y rural en putumayo, 2013.....	27
Tabla 4 clasificación irca .....	42
Tabla 5 puntaje de riesgo.....	42
Tabla 6. parámetros tomados en la entrada de la planta de tratamiento.....	46
Tabla 7. parámetros tomados en la salida de la planta de tratamiento y barrio cristó rey.....	47
Tabla 8. valoración del irca.....	62
Tabla 9. clasificación irca .....	63
Tabla 10. irca anual.....	71

## RESUMEN

Uno de los temas más importantes y de mayor preocupación es la calidad de agua para consumo humano ya que es fundamental para la vida y para un adecuado desarrollo, en vista de que influyen directamente en la salud humana, el desarrollo económico nacional y en la calidad ambiental de los ecosistemas. Para que el agua sea apta para consumo humano debe cumplir con los parámetros físico, químicos y microbiológicos que exige la normatividad de agua para consumo humano (resolución 2115 del 2007)

Este trabajo busca evaluar la calidad de agua que están consumiendo y han venido consumiendo los habitantes del municipio de Villagarzón tomando como referencia el barrio Cristo Rey, mediante un análisis de calidad de agua realizado en tres puntos del acueducto y teniendo como base los análisis realizados por la secretaria de salud a la planta de tratamiento AGUAS LA CRISTALINA en los últimos seis años; a partir de los cuales se realizan graficas con el fin de evaluar el cumplimiento de cada uno de los parámetros, generando así un análisis comparativo.

A partir de este análisis se plantean importantes recomendaciones para mejorar el servicio y la calidad de agua que se les está ofreciendo a los habitantes de este municipio.

## ABSTRACT

One of the most important issues and major concern is the quality of water for human consumption as it is essential for life and proper development; given that directly affect human health, national economic development and environmental quality of ecosystems. To make the water suitable for human consumption must meet the physical and microbiological parameters required by the regulations chemo water for human consumption (resolution 2115 of 2007).

This paper seeks to assess the quality of water they consume and have been consuming the inhabitants of the municipality of Villagarzón reference to the neighborhood Cristo Rey, through a water quality analysis conducted at three points of the aqueduct and on the basis of the analysis performed by the health secretary to the treatment plant AGUAS LA CRISTALINA in the last six years; rom which graphs are performed in order to assess compliance with each of the parameters, generating a comparative analysis.

From this analysis raise important recommendations to improve the service and quality of water that is being offered to the inhabitants of this municipality.

## INTRODUCCION

Uno de los objetivos del acueducto Aguas la cristalina del municipio de Villagarzón, es el de brindar agua de buena calidad, que cumpla con los requisitos establecidos en el decreto 475 de 1998 que reglamenta la calidad del agua en Colombia. Esto con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio de Villagarzón, a través del mejoramiento de su planta de tratamiento de agua , ya que esta debe funcionar con la preocupación de dar óptimo rendimiento para así conseguir un comportamiento armónico y resultados efectivos en la prestación del servicio.

Teniendo en cuenta lo anterior, mediante este trabajo pretendemos presentar el estado actual del acueducto Aguas la cristalina. Que surte agua al municipio de Villagarzón, según la recopilación bibliográfica realizada, el índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA) es alto, lo que podría presentar la causa de enfermedades gastrointestinales.

Conexo con lo anterior se exponen los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados al agua durante el proceso de tratamiento y un punto de muestreo ubicado en la red de distribución, finalmente y con fundamento en los diagnósticos realizados se diseñan alternativas destinadas al mejoramiento de la planta, acompañadas de algunas recomendaciones para la optimización y mejor funcionamiento de la misma.

## **1. TITULO**

Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en la red de distribución del acueducto aguas la cristalina en el barrio cristo rey municipio de Villagarzón departamento del putumayo

### **1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿El agua que oferta la empresa de servicios públicos AGUAS LA CRISTALINA S.A E.S.P en el barrio Cristo rey municipio de Villagarzón cumple con los estándares de calidad que exige la normatividad vigente?

### **1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.**

El abastecimiento y la calidad del agua potable son factores muy relevantes para la sustentabilidad de una población y de las actividades que se realizan a diario, es por esta razón que se ve la necesidad de evaluar la calidad del agua que se ha venido consumiendo y consumen en la actualidad los habitantes del barrio Cristo Rey del municipio Villagarzón.

En vista de que este municipio en los últimos años ha contado con un gran crecimiento de la zona urbana, debido principalmente a la llegada de las empresas que explotan hidrocarburos que han traído con sigo un mayor asentamiento de la población en la zona urbana del mismo, esto unido a la topografía de la zona comprendida en una amplia llanura ha hecho que el municipio crezca notablemente.

Por este motivo el agua producida, en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), no es suficiente para abastecer la demanda de agua para los 2428 usuarios del acueducto, hay claridad en que el sistema, tal como está estructurado y en sus dimensiones actuales, cuenta con la suficiente capacidad de suministro

para una población de 10417 habitantes según proyección DANE para el año (2012).

El casco urbano del municipio de Villagarzón dispone de un sistema de acueducto a presión por gravedad, el cual en la actualidad funciona de forma intermitente, está compuesto de bocatoma- aducción – planta de tratamiento- conducción- dos tanques de almacenamiento con capacidad de 1000m<sup>3</sup>. en la actualidad el servicio no presenta interrupciones en su suministro; las únicas interrupciones que se generan se deben a los fenómenos naturales que se presentan ( altas precipitaciones) debido a esto el nivel del agua de la bocatoma aumenta; por lo que se presentan avalanchas obstruyendo así el paso del agua, dañando los viaductos, tornándose el agua turbia y consigo se alteran los componentes del agua haciendo que esta sea de mala calidad lo cuales requieren de mantenimiento, siendo esta la única interrupción del suministro de agua, (Rojas,2002)

La calidad microbiológica de las fuentes de agua repercute de gran manera en la calidad sanitaria del agua que se distribuye a una población y esta a su vez repercute de manera significativa en la salud de las personas y en la salud de los ecosistemas (OMS 2006; UNWATER et. al. 2010), esto se debe a que el agua y los microorganismos que no tienen un completo y adecuado tratamiento, son los principales transmisores de las enfermedades de origen hídrico, las cuales generan gastroenteritis que van desde diarreas leves a procesos mucho más graves como las diarreas severas y las disenterías, las cuales afectan con mayor impacto a la población inmunológicamente comprometida, como los niños, los ancianos y los que presentan enfermedades inmunodeficientes (OMS 2004)

En el municipio de Villagarzón para el año 2012 se presentaron 1.194 casos de parasitismo intestinal el grupo etario en el que más se presentó esta enfermedad fue de 15 a 44 años con más frecuencia en las mujeres(436) que en los hombres (74) para este año la primera causa de mortalidad fue diarreas y gastroenteritis de

presunto origen intestinal con 95 casos y se presentó con mayor frecuencia en niñas de 1 a 4 años y en mujeres de 15 a 44 años , la principal causa de estas enfermedades se relaciona con las condiciones deficientes de saneamiento básico. (Secretaria de salud, 2013)

Según el registro IRCA realizado en el acueducto desde el año 2009 al 2015 los años que representan un bajo riesgo para la salud humana 2009- 2010, 2011-2012 agua apta para consumo humano 2013-2014 agua no apta para consumo humano y en el 2015 se presenta un nivel de riesgo medio. (Secretaria de salud departamental, 2009-2015).

Esta planta de tratamiento cuenta con diferentes procesos para así mejorar la calidad del agua, Los que se llevan a cabo antes de la entrada a la planta de tratamiento son: bocatoma- aducción- desrenador 1 y 2 – conducción – línea de conducción-. Y en la planta de tratamiento son: filtración- desinfección- tanques de almacenamiento 1 y 2 -red de distribución. Dentro de estos procesos los que se considera que no se están desarrollando de manera correcta son los siguientes

**Filtración :** Filtros dinámicos, es necesario calibrar los vertederos de control de caudal, ya que no se garantiza que la lectura de caudal de las regletas sea el correcto, En la cámara de recolección de caudal a la salida de los filtros dinámicos evitar la entrada de aire a la tubería para impedir que agitaciones en los caudales de entrada a los filtros gruesos, en estos mejorar la condición de lavado superficial con el fin de evitar que los sedimentos se vayan depositando sobre la superficie del material filtrante, generando deficiencias en el proceso de filtración, en los filtros lentos de arenase hay presencia de demasiados microorganismos, que puede ser por falta de mantenimiento.

**Desinfección:** la dosificación no es adecuada, ya que la mezcla se está haciendo de forma manual; y esto genera periodos donde el operador de la planta dejara de

hacer este trabajo para dedicarse a otros que debe atender para el mismo funcionamiento de la misma.

Red de distribución: no existe un sistema de distribución cerrada, técnicamente viable y optimizada, sino que se asemeja a un sistema de distribución mixto, es decir redes de distribución abiertas y cerradas.

Esto puede hacer que la calidad de agua que están consumiendo los habitantes del municipio de Villagarzón no esté cumpliendo con los estándares de calidad que exige la norma de agua para consumo humano 2115, es por esto que se ve la necesidad de realizar análisis físicos y microbiológicos para así conocer la calidad de agua que se les está brindando a los habitantes del municipio tomando como referencia el barrio Cristo Rey.

### **1.3. Justificación**

Existe diversas razones las cuales justifican el estudio de la calidad del agua, incluyendo la magnitud del problema de la contaminación de las fuentes hídricas, actualmente en nuestro país la calidad de las aguas de los ríos ha venido disminuyendo, constantemente vemos como cada cuenca, río, riachuelo están contaminados por diversas causa como son los desechos químicos de actividades agrícolas, basuras, residuos fecales entre otros. Esto ha provocado que este recurso sea cada vez menos útil para su aprovechamiento como agua potable.

#### **Impacto ambiental**

Encaminando al fortalecimiento de la calidad del agua el impacto ambiental sostenido por esta investigación, se tiene en cuenta la ausencia de una educación ambiental a la comunidad para la preservación del recurso hídrico, ya que esta permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su

entorno y a adquirir mayor sensibilidad y conciencia sobre el cuidado del medio ambiente creando soluciones viables para el mantenimiento óptimo del mismo. Incluyendo también la importancia de los programas de uso eficiente y ahorro de agua publicados o emitidos por la empresa de agua potable del municipio (AGUAS LA CRISTALINA).

### **Impacto social**

los impactos generados por las enfermedades causantes de la mala calidad del agua consumida, incluyen pérdidas sociales como la muerte de la persona enferma principalmente de los grupos más vulnerables, Cada vez, la calidad del agua es más baja, lo que puede contribuir a transmitir gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas (EDA) (Otero 2002). Estas constituyen uno de los principales problemas de salud en la población infantil por que representan la primera causa de muerte en niños de 1 a 5 años de edad, en quienes ocasionan 3,2 millones de defunciones anuales en el mundo (Prieto et al. 1997). En un estudio realizado por la organización Panamericana de la Salud en 1984, se determinó que aproximadamente 75% de los sistemas de aguas locales y municipales en América Latina estaban mal desinfectados o carecían de sistemas de desinfección. Cabe destacar que el monitoreo de la calidad del agua potable, pone al alcance de las autoridades sanitarias información sistemática y rápida sobre la causa de cualquier brote o epidemia, permitiendo saber qué medidas tomar en cada caso.

En lo económico también incluye la baja productividad de los trabajadores enfermos, su ausencia, gastos en salud, reclamos, entre otros.

### **Impacto ético**

El impacto ético va ligado a la cultura de las personas, con esto hacemos referencia a la pérdida de cultura que tiene las personas del municipio, al no enfatizarse en la importancia del agua y de no poner en práctica los cuidados y la preservación que le daban nuestros antepasados a estas fuentes hídricas dando

así ejemplos erróneos sobre la forma en como utilizamos el agua a nuestras futuras generaciones.

Por otro lado cabe resaltar que el proyecto dentro del Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 de Villagarzón " Dios bendiga a Villagarzón" se enmarca de la siguiente manera, Dimensión habitabilidad y ambiente sano, dentro del eje estratégico más y mejores servicios públicos, programa 1 agua potable y ampliación de acueductos.

Lo cual tiene como objetivo principal aumentar la cobertura y la calidad de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, aseo y energía eléctrica. Para Garantizar el servicio de suministro de agua a la población del Municipio, se propone las siguientes metas.

1. Mantener la cobertura del servicio de acueducto en el 100% potable en el área urbana, garantizando el servicio con prioridad de la población pobre y vulnerable.
2. Mantener el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en menos del 5%.
3. Aumentar a un 30% la cobertura de acueducto rural.
4. Alcanzar el 50% de cobertura del servicio de agua potable en el área urbana.
5. Implementar un programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

A partir de lo cual se pretende tener como producto final:

Formular el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, que incluya las inversiones necesarias para el suministro de agua potable en el Municipio, Atender con el servicio de agua potable a 3.228 viviendas en el área urbana mediante la optimización del sistema de acueducto, Realizar los estudios, diseños y la

construcción de 3 acueductos rurales y Optimizar el funcionamiento de los 5 acueductos rurales existentes.

En el momento en el municipio no se están realizando proyectos por parte de la alcaldía encaminados a mejorar la calidad de agua que está ofertando el acueducto AGUAS LA CRISTALINA a sus habitantes.

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **1.4.1. Objetivo General:**

Evaluar la calidad de agua para consumo humano en la red de distribución del acueducto aguas la cristalina en el barrio cristo rey municipio de Villagarzón departamento del putumayo

##### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

- Realizar un diagnóstico del estado actual de la calidad del agua, de la red de distribución del acueducto AGUAS LA CRISTALINA de acuerdo a sus características físicas, químicas y microbiológicas.
- Analizar el comportamiento de los reportes de la calidad del agua durante los últimos seis años frente a la normatividad actual y al diagnóstico del estado actual del agua.
- Formular estrategias de mejoramiento frente a los procesos que determinan la calidad del agua.

#### **1.5. MARCO REFERENCIAL.**

##### **1.5.1. Marco teórico**

#### **1.5.1.1. Calidad del agua**

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le ha brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria. La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las 7 necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza 1976). La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud. (Mejía, 2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria*

#### **Control de la calidad del agua de consumo humano.**

El control del agua de consumo humano: es responsabilidad del gestor, que velará para que uno o varios laboratorios realicen los análisis. El gestor podrá tomar muestras para parámetros concretos dentro del abastecimiento. Los puntos de muestreo serán representativos del abastecimiento.

#### **Potabilización del agua**

Se llama potabilización al proceso por el cual se convierte un agua natural con o sin intervención antrópica, en agua apta para el consumo humano. El proceso de tratamiento con el cual se remueve el material suspendido y los microorganismos, comprende diversas fases: la captación y tratamiento preliminar, coagulación-floculación, sedimentación, filtración y desinfección. En un esquema convencional,

estos procesos se llevan a cabo en unidades rectangulares, colocadas secuencialmente, mientras que en los esquemas modulares son cilíndricas o cuadradas, dispuestas de forma concéntrica. (Cabrera, 2012), *posibilidades de mejoramiento de una planta potabilizadora no convencional*.

### 1.5.1.2. Criterios y Parámetros de Calidad de Agua para Consumo Humano.

#### Componentes biológicos

Todos los organismos que se encuentran en el agua son importantes en el momento de establecer el control de la calidad de la misma sin considerar si tienen su medio natural de vida en el agua o pertenecen a poblaciones transitorias introducidas por el ser humano; si su crecimiento lo propician los nutrientes presentes en el escurrimiento natural y en aguas residuales municipales o lo frenan los venenos procedentes de la actividad agrícola o industrial; y si tienen capacidad para intoxicar a las personas y a los animales superiores. (Defensoría del Pueblo, SF), *diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia, en el marco del derecho humano al agua*

El agua para consumo humano debe cumplir con los siguientes valores admisibles desde el punto de vista microbiológico

**Tabla 1 Parámetros microbiológicos**

técnica utilizada microorganismos indicadores	Filtración por membrana	Sustrato definido	Tubos múltiples de fermentación "aceptable hasta el año 2000
Coliformes totales	0 UFC/100 cm <sup>3</sup>	0 microorganismos/100 cm <sup>3</sup>	<2microorganismos/100 cm <sup>3</sup>

Escherichia coli	0 UFC/100 cm <sup>3</sup>	0 microorganismos/ 100 cm <sup>3</sup>	negativo
------------------	---------------------------	---	----------

Fuente: Decreto 475 de 1998, por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.

### Componente organoléptico

Estos se refieren a olor, sabor y percepción visual de sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua. Se mide el color verdadero, olor, sabor, turbiedad y sustancias flotantes. El análisis organoléptico es la valoración cualitativa que se realiza a una muestra o cuerpo de agua, generalmente en campo. Y esta se basa exclusivamente en la percepción de los sentidos.

**Color:** la presencia de sustancias orgánicas, iones metálicos como hierro, magnesio, plancton y hierba pueden ser el resultado de apariencia de color en el agua. Valor máximo aceptable: **15 Unidades de Platino Cobalto (UPC)**

**Olor:** El olor en el agua puede utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido. Aun cuando esta propiedad pueda tener un amplio espectro de posibilidades, para propósitos de calidad de aguas existen ciertos aromas característicos que tipifican algunas fuentes u orígenes, más o menos bien definidos. Su Valor máximo permitido es: aceptable.

**Sabor:** se define como sensaciones gustativas de tipo amargo, salado, ácido o dulce que resulta de la estimulación química de los sensores nerviosos situados en la lengua que se conocen como papilas gustativas. Las muestras de agua dentro de la boca para análisis sensorial de la lengua siempre producirán un sabor a través del gusto que puede ser predominante dependiendo de las sustancias químicas que estén presentes, Su Valor máximo permitido es aceptable.

Turbiedad: es una expresión de las propiedades ópticas que causa la luz al ser dispersada y adsorbida, en lugar de la transmitida sin cambios en la dirección o nivel del flujo a través de la muestra. La turbiedad del agua es producida por materia en suspensión como arcillas o materias orgánicas e inorgánicas. Valor máximo aceptable es: **2 Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)**

Sustancias flotantes: Los materiales flotantes de menor densidad que el agua son originados por fuentes antrópicas por va apareciendo a medida que el hombre comienza a interactuar con el medio ambiente y surge con la inadecuada aglomeración de las poblaciones, y como consecuencia del aumento desmesurado y sin control alguno, de industrias, desarrollo y progreso.

### **Componente fisicoquímico**

Son aquellas pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas. Se miden variables como conductividad, temperatura y sustancias químicas, incluyendo metales pesados (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Cianuros, Cloroformo, Cobre, Cromo, Fenoles totales, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Nitritos, Nitratos, Plata, Plomo, Selenio, Sustancias activas al azul de metileno, Grasas y aceites, Trihalometanos Totales, Calcio, Acidez, Hidróxidos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Hierro Total, Magnesio, Manganeso, Sulfatos, Zinc, Fluoruros, Fosfatos, Cloro residual). (Defensoría del Pueblo,SF), *diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia, en el marco del derecho humano al agua*

La ejecución de los análisis organolépticos, físicos y químicos, requeridos se sujetará a las siguientes reglas:

**Tabla 2 Parámetros organolépticos, físicos y químicos**

<b>Número de habitantes servidos</b>	<b>Número mínimo de muestras a analizar por mes</b>	<b>Intervalo máximo entre muestras consecutivas</b>
Menos de 2.500	2	quincenal
2.501 a 12.500	8	4 días
12.501 a 60.000	15	2 días
60.001 a 100.000	...	1 día
100.001 a 1.000.000	60	2 cada día
más de 1.000.001	240	8 cada día

Fuente: Decreto 475 de 1998, por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable

### **1.5.1.3. Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA)**

Teniendo en cuenta los resultados del IRCA por muestra y del IRCA mensual, se define la siguiente clasificación del nivel de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por la persona prestadora

80.1 -100 = el nivel de riesgo es inviable sanitariamente

35.1 – 80 = el nivel de riesgo es alto

14.1 – 35 = el nivel de riesgo es medio

5.1 – 14 = el nivel de riesgo es bajo

0 – 5 = sin riesgo agua apta para consumo humano. Resolución 2115, (2007)

### **1.5.1.4. Sistema de distribución de agua del acueducto del municipio de Villagarzón:**

#### **Descripción de la infraestructura existente**

El casco urbano de Villagarzón cuenta con infraestructura actual de acueducto correspondiente a captación de fondo proveniente de la fuente Curiyaco, tiempo atrás el municipio captaba agua para consumo humano de la fuente sardinas

ubicada en el Municipio de Mocoa, la fuente cuenta con suficiente caudal para abastecer las necesidades futuras de los habitantes

**Bocatoma:** Estado de servicio: En funcionamiento, Sistema: Captaciones de fondo mediante rejilla.

Se componen de una captación de fondo con dos rejillas contiguas la cuales abastecen las línea de conducción existentes en tubería PVC 6" y 8" respectivamente, Esta estructura en concreto reforzado fue construida en el 2002 y ampliada en el año 2009. En términos generales, la captación se encuentra en buenas condiciones estructurales.

Existe una compuerta de rueda de manejo, cuyo objetivo es permitir el desembalse de la captación para dejar secas las rejillas y poder efectuar el mantenimiento. Esta compuerta lateral en lámina de acero, es afectada por daños ocasionados por el impacto de materiales (piedras y troncos) arrastrados por el caudal de las aguas, en épocas de crecientes

**Aducción:** Se realiza a través de dos (2) líneas de tubería PVC de 6 y 8 pulgadas de diámetro con RDE 21 con una longitud de 2.162 metros, posee 15 viaductos o pasos elevados, 11 válvulas de purga y 9 válvula ventosas.

**Desarenador:** El sistema cuenta con 2 desarenadores en concreto reforzado uno para la tubería de aducción de 6" y otro para la tubería de 8"

**Conducción:** Se desprende desde el desarenador, se realiza mediante dos (2) líneas de tubería de 6 y 8 pulgadas en PVC RDE 21, presenta una longitud hasta el sistema de tratamiento de 2,300 m.

#### **Planta de tratamiento de agua potable PTAP**

El agua es tratada en una planta de tratamiento FIME; filtración por múltiples etapas, esta acondicionada desde su origen para que entre el caudal que se

transporta por la conducción de 6" y se ha acondicionado provisionalmente la entrada del caudal transportado por la conducción de 8". Su caudal de diseño original de acuerdo a información existente corresponde a 20 LPS, ubicada en las coordenadas Geográficas Origen WGS 84 01°02'28,6"N y 76°36'55,4"W, a 503 m.s.n.m

**Tratamiento:** El sistema de tratamiento cuenta con 5 Dinámicos, 10 Filtros Gruesos Ascendentes en serie con 3 etapas cada una, total 30 filtros, con 8 filtros lentos de arena, Una cámara de contacto de cloro, Una unidad de operaciones, Un laboratorio, una caseta de almacenamiento.

**Tanques de almacenamiento:** En concreto reforzado, Para una capacidad efectiva de 1000 m<sup>3</sup> cada uno con dimensiones de 17x17 y una altura de 3,60, el tanque está tapado con una losa de concreto reforzado de 0,15 m de espesor, conformada por vigas de 0,45 x 0,35 m, y por columnas de 0,40 x 0,40 m.

#### **Caudal que ingresa a la planta**

El caudal que está entrando a la PTAP, por la canaleta 1 = 8,25 l/s, canaleta 2 = 8,00 l/s, canaleta 3 = 7,00 l/s, canaleta 4 = 7,5 l/s, canaleta 5 = 7,25 l/s; para un total de 38,00 l/s.

**Caudal de estiaje:** se determina de acuerdo a las épocas de verano en la región, para esta fuente se tomará un porcentaje de reducción en época de estiaje del 25 %, lo cual deja un caudal disponible de 213,75 l/s.

**Caudal ecológico:** Es el requerimiento mínimo de agua para conservar la biodiversidad existente en los cauces de agua superficial, teniendo en cuenta los estudios y trabajos realizados por la CVC en cuanto al caudal ecológico (donde se concluyó que este oscila entre el 10 % y el 30 % del caudal medio mensual multianual más bajo, según datos recopilados en varios años), para este caso de

asumir el 25 % del caudal medio mensual como el caudal ecológico, por lo cual el caudal ecológico de la quebrada Curiyaco es de 160,31 l/s. (unión temporal putumayo, 2013), *plan maestro de acueducto casco urbano de Villagarzón putumayo*

### Antecedentes

La Empresa de servicios Públicos AGUAS LA CRISTALINA S.A E.S.P, fue creada mediante Acta número 001 del 8 de septiembre de 2009 Sociedad Anónima, se encuentra inscrita en la Cámara de Comercio bajo el Registro Mercantil número 41082 de la Cámara de Comercio de Putumayo. La empresa se propone desarrollar como objeto social principal la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo y gas y sus actividades complementarias, en el municipio de Villagarzón, Departamento del Putumayo.( Chávez, Enrique,2009).

#### 1.5.1.5. Calidad del Agua para Consumo Humano en Putumayo

**Tabla 3 Resultados IRCA consolidado, urbano y rural en Putumayo, 2013.**

ID	departamento	Numero de Muestras	IRCA (%)	Numero de muestras	IRCA (%) URBANO	Numero de muestras	IRCA (%) RURAL
<b>Putumayo</b>		241	60,68	115	57,39	52	79,38
1	Mocoa	40	63,02	29	59,87	6	83,33
2	Colón	27	56,93	6	41,39	6	67,51
3	Orito	19	67,85	12	63,65	7	75,05
4	Puerto Asís	31	58,49	12	71,27	1	73,83
5	Puerto Caicedo	6	26,30	1	75,84	1	75,84
6	Puerto Guzmán	14	64,81	8	45,47	6	90,61
7	Leguízamo	16	31,79	9	23,07	2	57,69
8	Sibundoy	16	47,70	1	40,27	3	87,70
9	San Francisco	19	74,09	14	71,22	5	82,15
10	San Miguel	13	64,74	9	70,17	4	52,52
11	Santiago	8	42,34	7	34,96	1	93,96
12	Valle del	22	81,69	3	75,16	4	95,10

	Guamuez						
13	Villagarzón	10	74,03	4	52,52	6	88,37
Convención de Colores							
	Sin Riesgo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Inviabile	No Reporta	

Fuente: SIVICAP, Grupo Calidad de Agua – DRSP, Instituto Nacional de Salud

El departamento de Putumayo cuenta con 13 municipios y agrupa una población estimada de 337.054 habitantes para el año 2013, 161.734 habitantes (47,78 %) en zona urbana y 175.320 (52,02 %) en rural. La autoridad sanitaria cubrió el 100 % de los municipios y vigiló a 44 personas prestadoras con una población atendida de 333.247 habitantes

### Comportamiento del IRCA y tendencia nivel de riesgo en putumayo

El IRCA consolidado del departamento de Putumayo para el año 2013 fue de 60,68 %, para la zona urbana fue 57,4 % y el área rural de 79,4 %, valores que pertenece al nivel de riesgo alto, tendencia que se ha mantenido en el período 2009 a 2013 para las dos zonas urbana y rural.

#### 1.5.2. Marco legal

#### NORMATIVIDAD DE LA CALIDAD DEL AGUA EN COLOMBIA

Ley 23 de 1973. Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales

Decreto 1449 de 1977. Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974.

Decreto 1541 de 1978. Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.

Decreto 2858 de 1981. Por el cual se reglamenta parcialmente el Artículo 56 del Decreto-Ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978

Decreto 2314 de 1986. Concesión de aguas.

Decreto 1594 de 1984. por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos

Ley 99 de 1993. Art. 10, 11, 24, 29: Prevención y control de contaminación de las aguas. Tasas retributivas.

Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones

Ley 373 de 1997. Uso eficiente y ahorro del agua

Resolución CRA 151 de 2001. Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.

Ministerio de la protección social decreto número 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Resolución 2115 de 2007 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

Decreto 063 de 2015. Por el cual se reglamentan las particularidades para la implementación de Asociaciones Público Privadas en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico

Resolución CRA 712 de 2015. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico

### **1.5.3. Marco conceptual**

**Agua potable:** Es aquella que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el presente decreto, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a su salud.

**Análisis físico y químico del agua:** Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas

**Contaminación:** Es la alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afectan los usos del agua.

**IRCA (índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano):** el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionada con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano.

**Límite Máximo Permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

**Parámetros Microbiológicos:** Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.

**Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano:** Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro de agua.

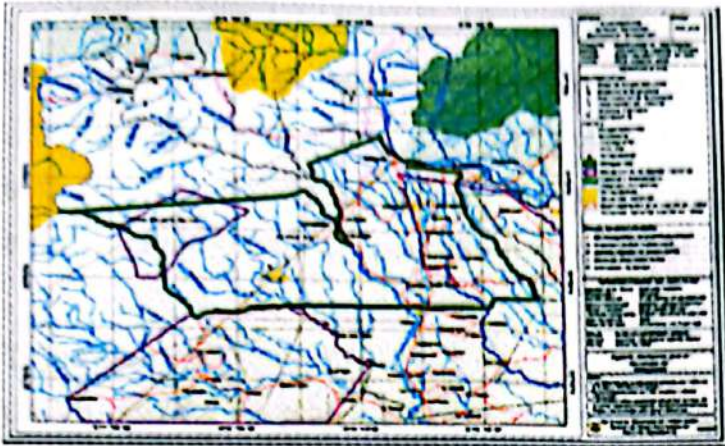
**Sistema de tratamiento de agua (Planta de Tratamiento):** Conjunto de componentes hidráulicos, de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos, y de equipos electromecánicos y métodos de control que tienen la finalidad de producir agua apta para el consumo humano.

**Valor aceptable:** Es el establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua para consumo humano no representa riesgos conocidos a la salud

#### **1.5.4. Marco contextual**

El territorio municipal hace parte de la región del Piedemonte Amazónico, regado por los ríos San Juan, Conejo, San Vicente y Guineo. La cabecera municipal se encuentra en los 01° de latitud norte 76° 37' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, con una Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar) de: 426m

**Ilustración 1. Mapa del Municipio de Villagarzón**



Fuente: Agendas Ambientales de CORPOAMAZONIA

### Población

Según los datos conciliados del Censo de población realizado por el DANE en el año 2005, la población del Municipio de Villagarzón ascendió a 20.785 personas, de las cuales 49,5% son hombres y el 50,5% mujeres. De éste total, 9.069 personas viven en el área urbana y 11.716 en el área rural. La población está integrada en un 73,1% por mestizos, 21,4% por indígenas de la etnia Inga principalmente, y 5,5% por mulatos y afrodescendientes. El 50,8% de la población censada reporta haber nacido en el mismo municipio.

### Clima

En la región del piedemonte, con el aumento de la altitud, las precipitaciones inicialmente aumentan hasta llegar a su óptimo pluviométrico entre los 2.300 y 3.500 mm, para luego descender rápidamente. La llanura se caracteriza por las altas temperaturas superiores a los 27 °C, con una precipitación promedio anual de 3.900 mm. Sus tierras se distribuyen en los pisos térmicos cálido, templado y bioclimático páramo

### Geología

Geológicamente esta subregión comprende la parte Nor-occidental del departamento del putumayo, sobre el piedemonte denominada región de la amazonia colombiana, en la cuenca sedimentaria de putumayo. El corredor de la

vía Villagarzón – puerto limón se sitúa sobre los depósitos inconsolidados de edad cuaternario, que presentan buenas condiciones geotécnicas.

Más al sur se distinguen tres unidades geológicas; las más antiguas corresponden a rocas sedimentarias y las más recientes son flujos de lodo y depósitos aluviales

#### Topografía:

La topografía es plana y presenta una ligera disección, se presenta un drenaje subparalelo. En la zona del río Uchupayaco se presentan dos unidades geomorfológicas; la primera de carácter denudativo conformada por colinas de 20 a 30 metros con cimas redondeadas; el tipo de drenaje es dendrítico con alta densidad y una decisión alta moderna.

#### Economía

El sector primario está representado por actividades agrícolas entre las que sobresalen los cultivos de productos tradicionales y frutales como Plátano, Yuca, Maíz, Caña Panelera, Chontaduro, Piña y Palmito, principalmente; las actividades pecuarias se relacionan básicamente con la cría de ganado vacuno que para el 2005 reportó una población de 9.045 cabezas de ganado establecidas en 4.727 ha de pasto, y en menor proporción con porcicultura (234 animales), avicultura (23.400 animales) y piscicultura (101 estanques con 35.578 m<sup>2</sup> de espejo de agua). La actividad minera se concentra en la explotación de petróleo, y en menor proporción, a la extracción de material de arrastre.

En relación con las actividades productivas del sector secundario, Villagarzón cuenta con una planta para el tratamiento, procesamiento y transformación de la madera. A nivel familiar funcionan pequeñas empresas que desarrollan procesos de transformación de materias primas en diferentes aspectos de este sector de la economía.

El sector terciario se reduce a algunas actividades comerciales, complementadas con la prestación de servicios relacionados con salud, saneamiento básico, registro, educación, banca, transporte de carga y pasajeros, etc. El sector cuaternario o de Investigación y Desarrollo (R&D) no presenta una actividad significativa.

### **Localización bocatoma**

Se encuentra ubicada en zona rural en la vereda La Curiyaco jurisdicción del municipio de Villagarzón, Departamento del Putumayo. Sobre las Coordenadas Geográficas Origen WGS 84 01°03'07.8"N y 76°35'18,9"W, a 658 m.s.n.m. Para acceder al sitio, se toma la vía principal que comunica el casco urbano de Villagarzón con el centro recreacional Pisikar. Posteriormente se toma un camino de herradura de acceso durante 95 minutos aproximadamente, hasta llegar al sitio de captación sobre la Quebrada Curiyaco.

### **Ilustración 2. Ubicación bocatoma**



Fuente: unión temporal putumayo, (2013), plan maestro de acueducto casco urbano de Villagarzón putumayo

**Suelo:**

Los suelos de la microcuenca Uchupayaco se caracteriza por ser arcilloso, en algunas zonas como la vereda Canangucho, en la franja intermedia entre el río Naboyaco y la quebrada Canangucho se puede identificar terrenos de textura franca color negro, la que evidencia buenas condiciones para los cultivos.

#### **Recurso hídrico:**

El área de estudio correspondiente al sector donde se encuentra la cabecera municipal pertenece a la cuenca del río putumayo, el cual cursa hacia el sur, más directamente sobre la subcuenca del río Mocoa. Las principales corrientes del área son la quebrada chaquirayaco, la cual es tributaria directa del río Mocoa. (Chávez, 2009). *estudios y rediseño de la línea de aducción, desarenador, tanque de almacenamiento y conducción para el acueducto de la cabecera municipal de Villagarzón*

#### **1.5.5. Estado del Arte**

(OJEDA, MANUEL 2012), "Caracterización fisicoquímica y parámetros de calidad de agua de la planta de tratamiento de agua potable de Barrancabermeja", el propósito de este trabajo es mostrar los procedimientos para el análisis de muestras de agua potable basadas en estándares internacionales. También realizan un seguimiento a todos los parámetros que se encuentran por fuera de los límites reportándolos para iniciar con su acción correctiva.

(BASTIDAS et al), "Determinación de la calidad del agua del río frío (Cundinamarca) mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores aplicando el método BMWP" el principal objetivo de este trabajo es determinar la calidad de agua del río frío en el departamento de Cundinamarca, mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos y relacionarlos con los parámetros físico- químicos

La importancia de este proyecto radica en la necesidad de dar a conocer los resultados de la investigación con el fin de vincular a la comunidad en la apropiación y conservación del ecosistema en mención, el cual constituye un capital natural inherente de la población en general. Es de resaltar que existen actores antrópicos los cuales están afectando directa o indirectamente en la alteración ecosistémica del río frío.

(QUINTERO et al), "determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, universidad de caldas, municipio de palestina, Colombia" en este trabajo Se determinó la calidad del agua mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos en la Estación Piscícola, Granja Monte lindo (Universidad de Caldas), ubicada en la Vereda Santágueda (Municipio de Palestina). Los puntos de muestreo seleccionados corresponden a la entrada y a la salida de agua de la Estación y al recorrido dentro de la misma, áreas donde se tomaron muestras puntuales sujetas a los parámetros fisicoquímicos para analizar la calidad.

(Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2010), con el objetivo de proteger y promover la salud y bienestar en la población, elaboró el "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano". Este reglamento determina los valores máximos (o más conocidos como los límites máximos permisibles) que puede tener el agua de elementos físicos, químicos y microbiológicos, para ser considerada potable y por tanto bebible por el ser humano.

(Ruiz et al), "Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua" La valoración de la calidad del agua puede entenderse como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica, en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles. Para hacer más fácil la interpretación de los datos de monitoreo se diseñaron los Índices de Calidad del

Agua (ICAs), los cuales son herramientas prácticas que reducen una gran cantidad de parámetros a una expresión sencilla dentro de un marco de análisis, sin necesidad de estudiar el comportamiento de éstos en forma individual, permitiendo el entendimiento y la comparación de la calidad de un ambiente específico

(PÉREZ, 2009) "calidad de agua para consumo humano y recreación "De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Económico, la situación de Colombia es grave, 10 millones de habitantes no cuentan con servicio de acueducto, 16 millones no poseen alcantarillado y 27 millones no toman agua apta para consumo humano. Alrededor de 900 municipios en nuestro país se consume agua sin el adecuado tratamiento para consumo humano.

(APONTE, 2007)," análisis de la calidad en la prestación del servicio de agua potable de los municipios de Cundinamarca y Bogotá para el año 2007" esta investigación busca a través del Análisis envolvente de datos determinar la eficiencia del servicio de acueducto en el departamento de Cundinamarca para el 2007, El análisis se realizó sobre la eficiencia del servicio de acueducto en el Departamento de Cundinamarca para lo cual se analizaron 102 municipios de 116 adscritos a este Departamento; De acuerdo con los resultados obtenidos de los 102 municipios estudiados, solo 7 municipios (Bogotá D.C., Tausa, Sibaté, Nimaina; Mosquera; Fusagasugá; Cabrera) alcanzaron una puntuación del 100%, es decir, son estos municipios los que conforman la frontera de eficiencia según la metodología DEA, son los que prestan el servicio de acueducto eficientemente de acuerdo al análisis relativo realizado con esta metodología.

Con el Análisis envolvente de datos se observa que el 57% de los municipios del Departamento de Cundinamarca muestran una eficiencia por encima del 80% mientras que el 9% de los municipios presenta una eficiencia por debajo del 50%, es decir, el manejo de los recursos para las variables utilizadas es alto.

(RUIZ, 2012)" INFORME FINAL DEL DIAGNOSTICO ACUEDUCTOS RURALES MUNICIPIO PITALITO-HUILA" El Índice de disponibilidad per cápita de agua clasifica a Colombia, ya no como una de las potencias hídricas del mundo, sino como el país número 24 en una lista de 182 naciones. En la actualidad cada colombiano dispone de 40.000 metros cúbicos de agua al año, pero de no adoptar medidas para su conservación, esta situación generaría a futuro una situación indeseable en el marco del desarrollo sostenible de Colombia, agudizando la problemática del agua en Colombia de tal forma que para el año 2020, cada colombiano dispondría de un volumen potencial de agua igual de 1.890 m<sup>3</sup> de agua al año.

Se sabe que la demanda de agua implica deterioro y alteración de los ecosistemas si éste no se realiza bajo un enfoque de manejo integral del recurso y principios de sostenibilidad. En Colombia, el deterioro de la calidad y la alteración de la distribución espacial y temporal del agua no es homogénea; "el 24% del área total del territorio nacional, correspondiente a la cuenca Magdalena – Cauca, aporta el 10.6% de la oferta hídrica del país, soporta el 70% de la población, condiciones que han contribuido a la desregularización del régimen hídrico y al deterioro de la calidad en su conjunto

En Colombia, la inadecuada planificación del uso y ocupación de los suelos ha contribuido al deterioro de las cuencas y, por ende, a la cantidad y calidad de la oferta hídrica. Por ello, acueductos de 140 municipios de 16 departamentos presentan vulnerabilidad por disponibilidad de agua. Plan de Acción Nacional Lucha contra la desertificación y la sequía en Colombia, debido a que, en muchos casos, las fuentes de suministro actuales corresponden a quebradas, cuyas aguas se han vuelto estacionales por la degradación de las cuencas.

(DEFENSORÍA DEL PUEBLO) "diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia, en el marco del derecho humano al agua" El agua

no puede considerarse únicamente como un bien económico. También es un bien social y cultural indispensable para la garantía de otros derechos como la salud, la alimentación y el medio ambiente sano. Es un bien que goza de especial protección tanto en las normas del derecho internacional de los derechos humanos, como en el derecho internacional humanitario, pero solo hasta la expedición de la Observación General No. 15 en enero de 2000 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, se puede reclamar la exigibilidad del derecho al agua como derecho autónomo e independiente, que, aunque esté asociado a otros derechos fundamentales, debe ser reconocido por sí mismo como fundamental, dada la importancia que tiene para la vida y la salud de los seres humanos

Según el informe de Evolución de la Pobreza para el 2010 del INEI<sup>2</sup>, sólo el 51% de los hogares pobres consume agua proveniente de red pública (se entiende por red pública a la red de agua dentro o fuera de la vivienda, o mediante el uso de un pilón público). El 49% restante accede al agua para su consumo por medio de camiones cisterna, ríos, acequias u otros similares. Asimismo, se ha observado que en distintas zonas del país, mayoritariamente en la Amazonía, se hace uso de aguas superficiales sin ningún tratamiento (ríos, lagos, etc.). Estas fuentes sin tratar contienen niveles elevados de bacterias, protozoarios y virus, lo que ha incrementado la incidencia de enfermedades infectocontagiosas, diarreicas y parasitarias.

(GUÍAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE) "Consideraciones y principios generales" Los consumidores evalúan la calidad del agua de consumo basándose principalmente en sus sentidos. Los componentes microbianos, químicos y físicos del agua pueden afectar a su aspecto, olor o sabor y el consumidor evaluará su calidad y aceptabilidad basándose en estos criterios. Aunque es posible que estas sustancias no produzcan ningún efecto directo sobre la salud, los consumidores

pueden considerar que el agua muy turbia, con mucho color, o que tiene un sabor u olor desagradable es insalubre y rechazarla.

En casos extremos, los consumidores pueden evitar consumir agua que es inocua pero inaceptable desde el punto de vista estético, y consumir en cambio agua de otras fuentes cuyo aspecto sea más agradable pero que puede ser insalubre. Es, por consiguiente, sensato conocer las percepciones del consumidor y tener en cuenta, además de los valores de referencia relacionados con efectos sobre la salud, criterios estéticos al evaluar sistemas de abastecimiento de agua de consumo y al elaborar reglamentos y normas

## **1.6. METODOLOGÍA**

**Tipo de investigación.** Este trabajo se basa en una investigación de tipo cualitativo y descriptivo ya que se tendrá en cuenta los monitoreos realizados por la secretaria de salud departamental (laboratorio de salud pública)

Técnica:

para el logro de los objetivos propuestos en el proyecto evaluación de la calidad de agua para consumo humano en la red de distribución del acueducto aguas la cristalina en el barrio cristo rey municipio de Villagarzón departamento del putumayo se ha previsto realizar una investigación minuciosa, con el fin de recopilar información realizando las siguientes actividades

- 1.6.1. Realizar un diagnóstico del estado actual de la calidad del agua, de la red de distribución del acueducto AGUAS LA CRISTALINA de acuerdo a sus características físicas, químicas y microbiológicas.

Para el cumplimiento de este objetivo primero se identifica las zonas a las que abastece el acueducto AGUAS LA CRISTALINA y se selecciona los lugares donde se toman las muestras, luego se procede a la recolección de estas realizando un muestreo manual, utilizando los siguientes materiales y equipos:

- Frascos de vidrio con una capacidad de un (1) litro y con tapa rosca que dé seguridad en el cierre
- Frascos de plástico con una capacidad de un (1) litro y con tapa rosca que dé seguridad en el cierre
- Cronometro
- Elementos de protección personal
- Hielo
- Nevera de icopor

Posteriormente a la toma de las muestras se rotula cada una de ellas Las cuales son trasladadas al laboratorio de Corpoamazonia, donde serán analizadas y se verificara el cumplimiento de cada parámetro con respecto a la norma 2115 del 2007.

A partir de los resultados de los análisis realizados se encuentra el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA. El cual se define como "el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano".

Para el cálculo de este índice se deben tener en cuenta las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, a partir de las cuales se establecen cinco niveles de riesgo; el cual se realiza con base en los puntajes de riesgo, contemplados en el artículo 13 de este misma Resolución, los cuales se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 4 Clasificación IRCA**

<b>Clasificación IRCA (%)</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>
80.1 - 100	INVIABLE SANITARIAMENTE
35.1 - 80	ALTO
14.1 - 35	MEDIO
5.1 - 14	BAJO
0 - 5	SIN RIESGO

Fuente: Artículo 13, Resolución 2115 de 2007

**Tabla 5 Puntaje de riesgo**

<b>Característica</b>	<b>Puntaje de riesgo</b>	<b>Característica</b>	<b>Puntaje de riesgo</b>
Color Aparente	6	Dureza Total	1
Turbiedad	15	Sulfatos	1
pH	1.5	Hierro Total	1.5
Cloro Residual Libre	15	Cloruros	1
Alcalinidad Total	1	Nitratos	1
Calcio	1	Nitritos	3
Fosfatos	1	Aluminio (Al <sup>3+</sup> )	3
Manganeso	1	Fluoruros	1
Molibdeno	1	COT	3
Magnesio	1	Coliformes Totales	15
Zinc	1	Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados			<b>100</b>

Fuente: Artículo 13, Resolución 2115 de 2007

Después de asignar la puntuación a cada uno de los parámetros y obtener la sumatoria de todos los puntajes se procede a sacar la puntuación de IRCA por muestra utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

**1.6.2.** Analizar el comportamiento de los reportes de la calidad del agua durante los últimos seis años frente a la normatividad actual y al diagnóstico del estado actual del agua.

Como primera actividad se realiza un Levantamiento de información primaria donde se hará una revisión bibliográfica utilizado como referencia los monitoreos de calidad de aguas hechos por la secretaria de salud departamental (IRCA) en los últimos 6 años; los cuales se utilizan para evaluar las condiciones en la que se encuentra el agua que están consumiendo los habitantes del municipio de Villagarzón

Para esta actividad se utilizarán las siguientes fuentes de información:

- concesión de aguas superficiales para el sistema de acueducto urbano del municipio de Villagarzón, departamento del Putumayo realizado por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (CORPOAMAZONIA).
- Estudios y rediseño de la línea de aducción, desarenador, tanque de almacenamiento y conducción para el acueducto de la cabecera municipal de Villa garzón, Tomo II "diseño"

- Estudios y rediseño de la línea de aducción, desarenador, tanque de almacenamiento y conducción para el acueducto de la cabecera municipal de Villa garzón, Tomo III "especificaciones técnicas y presupuesto"
- Informe de la calidad de agua para consumo humano realizado por el laboratorio de salud pública, solicitado por la secretaria de salud departamental (2009- 2015)
- plan maestro de acueducto casco urbano de Villagarzón putumayo (2013)

Posteriormente se realizara un análisis comparativo entre los análisis realizados en el barrio Cristo Rey y los registros existentes en los últimos seis años (2009-2015) sobre monitoreos de calidad de agua realizados por la secretaria de salud departamental, en el acueducto AGUAS LA CRISTALINA para lo que se tendrá en cuenta datos de caudal producido, así como los parámetros de calidad del agua: turbiedad, color aparente, pH, conductividad específica y cloro residual. Con estos datos se realizaran los gráficos que permitan identificar el comportamiento de cada uno de los parámetros de la planta durante este período y se realizara el análisis de cada una de las curvas obtenidas.

**1.6.3. Formular estrategias de mejoramiento frente a los procesos que determinan la calidad del agua.**

De acuerdo con el resultado del análisis que se realizara se obtienen los diferentes problemas que presenta el acueducto AGUAS LA CRISTALINA referente a servicio de la calidad del agua potable que se presta en el barrio Cristo Rey del municipio de Villagarzón. A partir de esto se propone unas alternativas para la solución de estos problemas

## **2. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

**2.1.** Realizar un diagnóstico del estado actual de la calidad de agua del acueducto AGUAS LA CRISTALINA de acuerdo a sus características físicas, químicas microbiológicas.

Para conocer el estado actual de la calidad de agua que están consumiendo gran parte de los habitantes de Villagarzón se realizó un análisis de calidad de agua para consumo humano, teniendo en cuenta tres puntos de muestreo. El primer punto es en la entrada a la planta de tratamiento, el segundo punto es en la salida de la planta de tratamiento y el tercer punto es en un grifo ubicado en el barrio Cristo rey, la toma de las muestras se realizó de la siguiente manera

### **Muestras para análisis fisicoquímicos**

Para estas muestras se utilizan recipientes de plástico de 1 litros de capacidad, el procedimiento realizado fue primero purgar el recipiente, lavándolo 3 veces con agua del mismo lugar donde se tomó la muestra, luego se sumerge el frasco a una profundidad no mayor a 30 cm, ubicándolo en sentido contrario a corriente, se llena hasta su capacidad y se cierra bien con su tapa de rosca. Finalmente Se le coloca una ficha de identificación al recipiente, en la cual se indica la fecha, hora, fuente, tipo de examen requerido.

### **Muestras para examen microbiológico**

Para la recolección de estas muestras se utilizan frascos de vidrio de 237 ml de Capacidad, los cuales han sido previamente esterilizados, para la muestra tomada en el grifo del barrio Cristo rey, se utiliza la técnica de flameo, la cual consiste en flamear el grifo durante un minuto con una mechera para evitar cualquier

contaminación ajena al agua. Luego se llena el frasco y se cella bien, a las muestras se les garantiza su preservación

Después de tomadas las muestras de agua en los diferentes puntos se procede a enviarlas al laboratorio de la corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonia "Corpoamazonia", donde son analizadas teniendo en cuenta los parámetros establecidos para calidad de agua ; donde según los reportes son considerados todos los parámetros establecidos en los artículos 2 al 10 de la Resolución 2115 de 2007 a excepción de los siguientes: Plaguicidas, Bario, Cianuro, Cromo, Selenio, Trihalometanos totales, Hidrocarburos aromáticos policíclicos, Giardia, Cryptosporidium y Carbono orgánico total, los cuales son parámetros especiales y no se evalúan.

**Tabla 6. Parámetros tomados en la entrada de la planta de tratamiento**

PARÁMETROS	VALORES OBTENIDOS EN EL ANALISIS	VALORES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMA (2115 DEL 2007)	RESULTADO
COLOR APARENTE	19.2	LÍMITE ADMISIBLE 15 UPC	NO CUMPLE
PH.	7.02	LÍMITE ADMISIBLE 6.5 A 9.0 U PH	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD	28.0	1000 MIS/CM	CUMPLE
TURBIEDAD	4.17	2	NO CUMPLE
DUREZA CA	24.0	MG (CACO3)/L	NO CUMPLE
HIERRO	1.12	0,3	NO CUMPLE
NITRATOS	2.01	10 NO3	CUMPLE
ALCALINIDAD	16.0	200 MG (CACO3)/L	CUMPLE
CLORO LIBRE	0.00	0,3 Y 2,0 MG/L.	NO CUMPLE
CLORUROS	2.00	250 MG/L.	CUMPLE

COLIFORMES FECALES	>100	0 M EN 100ML	NO CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	>1100	0 M EN 100ML	NO CUMPLE

**Tabla 7. Parámetros tomados en la salida de la planta de tratamiento y barrio Cristo rey**

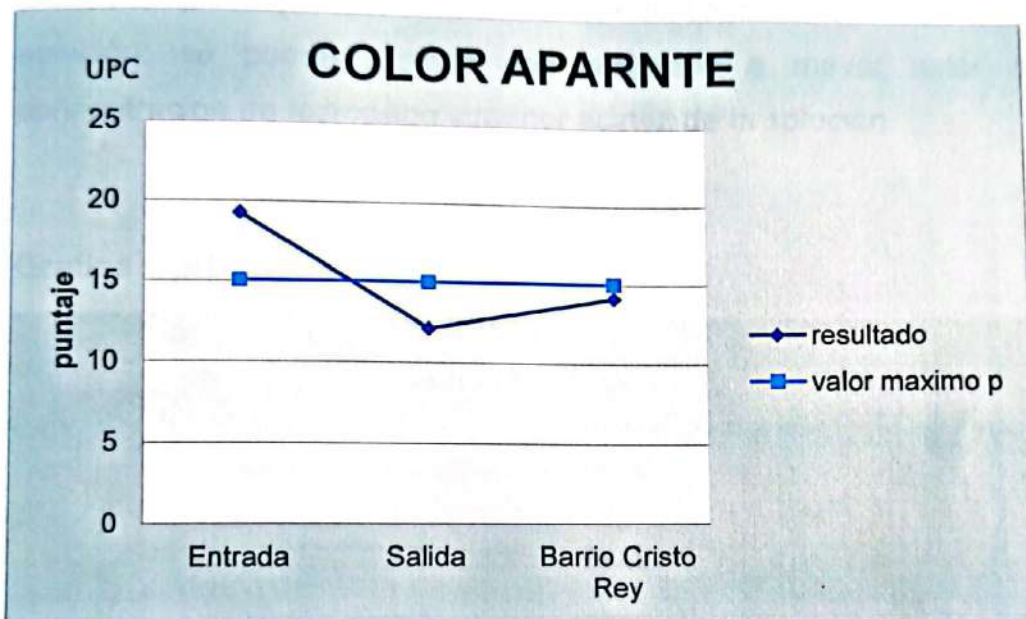
PARÁMETROS	ANALISIS SALIDA DE LA PTAB	ANALISIS BARRIO CRISTO REY	VALORES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMA (2115 DEL 2007)	RESULTADO
COLOR APARENTE	12.1	14.1	LÍMITE ADMISIBLE 15 UPC	CUMPLE
PH.	6.95	6.56	LÍMITE ADMISIBLE 6.5 A 9.0 U PH	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD	22.0	28.0	1000 MIS/CM	CUMPLE
TURBIEDAD	1.56	2.02	2	NO CUMPLE
DUREZA CA	20.0	20.0	MG (CACO3)/L	NO CUMPLE
HIERRO	0.76	1.07	0,3	NO CUMPLE
NITRATOS	0.97	1.01	10 NO3	CUMPLE
ALCALINIDAD	18.0	16.0	200 MG (CACO3)/L	CUMPLE
CLORO LIBRE	0.45	0.25	0,3 Y 2,0 MG/L.	NO CUMPLE
CLORUROS	1.00	1.00	250 MG/L.	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	>100	>100	0 EN 100ML	NO CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	>500	>800	0 EN 100ML	NO CUMPLE

Una vez establecido el informe del análisis calidad de agua para consumo humano realizados por el laboratorio de la corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonia "Corpoamazonia" del acueducto AGUAS LA CRISTALINA, se procedió a comparar el comportamiento de cada uno de los puntos de muestreo con respecto a el cumplimiento de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en la Resolución 2115 de 2007.

## COLOR APARENTE

Es el color que presenta el agua en el momento de su recolección sin haber pasado un filtro de 0.45 micras. Este Color es causado por sustancias disueltas y por la materia suspendida. Se determina en la muestra original sin filtrado ni centrifugado.

Grafica 1. Color aparente



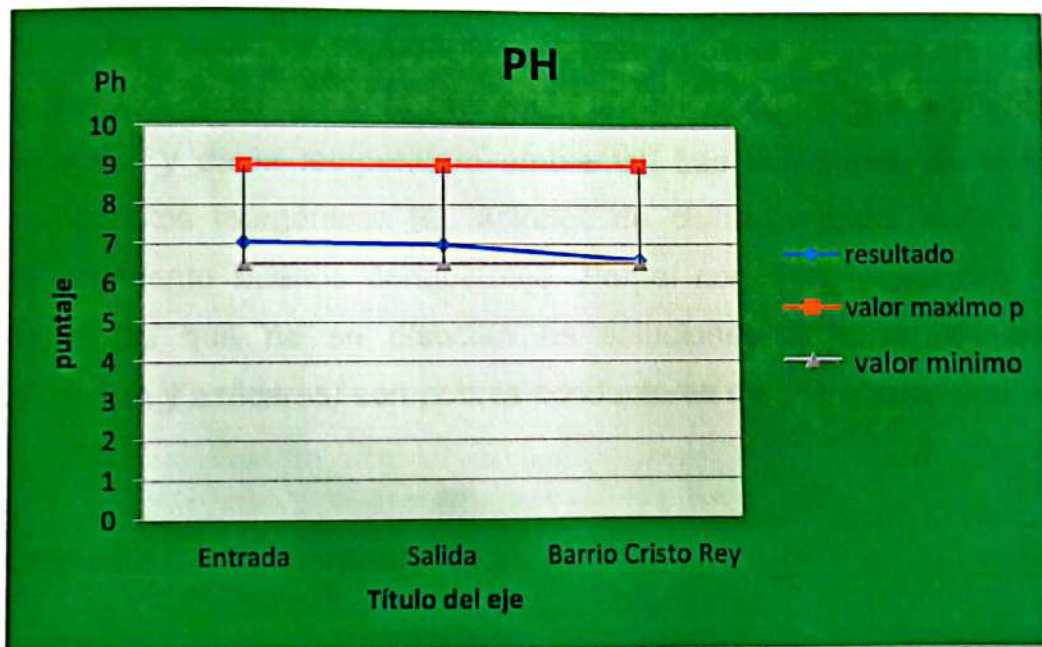
Fuente: los autores

Este parámetro fue analizado mediante la técnica de COLORIMETRICA, basándonos en la resolución 2115 de 2007 el valor máximo aceptable para el color aparente es de 15 UPC. Obteniendo un resultado a la entrada de la planta de 19.2 UPC HANZEN, debido a que es agua sin tratar captada de la fuente de abastecimiento por lo tanto no cumple con lo establecido, en la salida de la planta se obtiene un resultado de 12.1 UPC HANZEN la cual cumple con la normatividad vigente, en el punto de referencia ubicado en el barrio cristo rey se obtuvo un valor de 14.1 UPC HANZEN el cual cumple con el valor establecido por la norma. Por lo tanto estos dos últimos valores nos representan que no existe ningún riesgo para la salud humana.

PH

El PH indica el grado de acidez o basicidad de una solución, éste se mide por la concentración del ión hidrógeno; los valores de pH están comprendidos en una escala de 0 a 14, el valor medio es 7; el cual corresponde a solución neutra por ejemplo agua, los valores que se encuentran por debajo de 7 indican soluciones ácidas y valores por encima de 7 corresponde a soluciones básicas o alcalinas. Debido a que el pH indica la medida de la concentración del ión hidronio en una solución, se puede afirmar entonces, que a mayor valor del pH, menor concentración de hidrógeno y menor acidez de la solución.

Grafica 2 pH



Fuente: los autores

El PH fue medido con la técnica de ELECTROMETRICA, donde los tres valores obtenidos cumplen con la resolución adoptada ya que esta nos dice que El valor para el potencial de hidrógeno pH del agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0 Por lo general, este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua. Obteniendo así los

siguientes valores, a la entrada de la planta se obtuvo 7.02 pH entrando un valor neutro, a la salida de la PTAP 6.95 de pH, y en el barrio cristo rey un valor de 6.56.

De tal manera se puede decir que este parámetro si cumple y por lo tanto no presenta ningún riesgo para la salud humana, aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección, también influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución.

### CONDUCTIVIDAD

Es una medida de la capacidad de una solución acuosa para transmitir una corriente eléctrica y es igual al recíproco de la resistividad de la solución. Dicha capacidad depende de la presencia de iones; de su concentración, movilidad y valencia, y de la temperatura ambiental. Las soluciones de la mayoría de los compuestos inorgánicos (ej. aniones de cloruro, nitrato, sulfato y fosfato) son relativamente buenos conductores. Por el contrario, moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas (ej. aceites, fenoles, alcoholes y azúcares) son pobres conductores de una corriente eléctrica.

### Grafica 3 Conductividad



Fuente: los autores

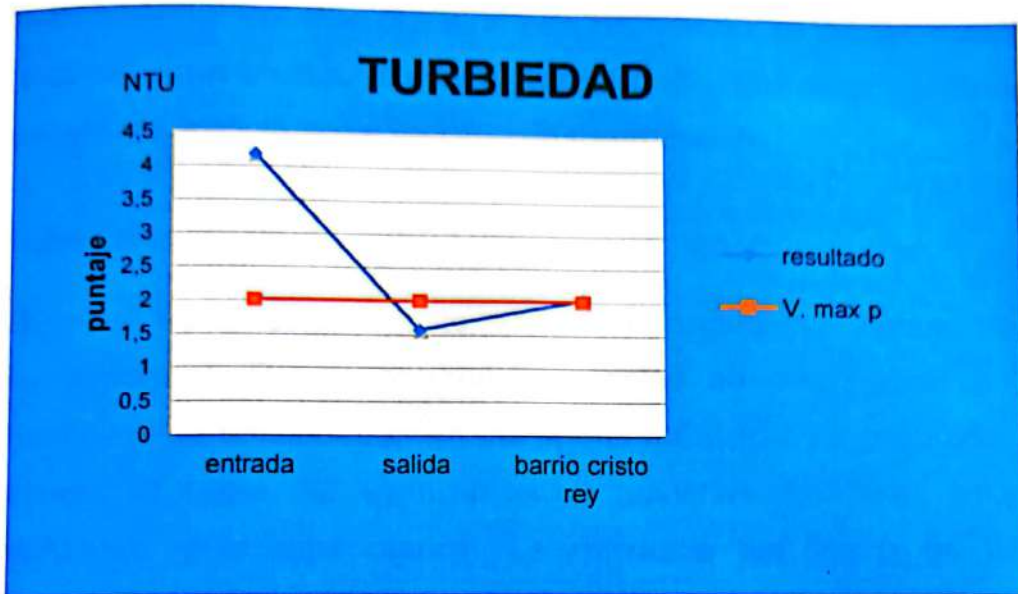
Este parámetro se midió con la técnica POTENCIOMETRICA, según la resolución 2115 el valor máximo aceptable para la conductividad puede ser hasta 1000 microsiemens/cm. Basándonos en esto el parámetro si cumple con lo establecido en la norma ya que se presentaron los siguientes datos entrada de la planta 28.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , salida de la planta 22.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , barrio cristo rey 28.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

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.

## TURBIEDAD

La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera). Esta es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que por su tamaño se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado.

Grafica 4 curva turbiedad



Fuente: los autores

La medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). En este caso la técnica de medición que se utilizó es NEFELOMÉTRICA, de acuerdo a la resolución el valor máximo aceptable para la turbiedad es de 2UNT, en este caso los resultados de los análisis de calidad de agua se obtuvo lo siguiente para la entrada de la planta un valor de 4.17 UNT, debido a que es agua sin tratar que contiene partículas en suspensión, en salida de la planta 1.56 NTU, lo cual cumple con el valor máximo aceptable, en el barrio Cristo rey se obtuvo un valor de 2.02 NTU, en la cual se pasa con 0.2 NTU esto debido a problemas presentados en las redes de distribución ya que el agua que sale de la planta si cumple con el valor máximo establecido.

Aunque no se conocen los efectos directos de la turbiedad sobre la salud, esta afecta la calidad estética del agua, lo que muchas veces ocasiona el rechazo de los consumidores. Otros estudios han demostrado que en el proceso de eliminación de los organismos patógenos, por la acción de agentes químicos como el cloro, las partículas causantes de la turbiedad reducen la eficiencia del proceso

y protegen físicamente a los microorganismos del contacto directo con el desinfectante. Por esta razón, si bien las normas de calidad establecen un criterio para turbiedad en la fuente de abastecimiento, esta debe mantenerse mínima para garantizar la eficacia del proceso de desinfección.

## HIERRO

El hierro es un constituyente normal del organismo humano (forma parte de la hemoglobina). Por lo general, sus sales no son tóxicas en las cantidades comúnmente encontradas en las aguas naturales. La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua, producir manchas indelebiles sobre los artefactos sanitarios y la ropa blanca. La remoción del hierro de las aguas crudas superficiales es relativamente fácil con los procesos comunes de remoción de la turbiedad, mediante los cuales su concentración puede bajar de 10 mg/L a 0,3 mg/L, que es la concentración recomendada para el agua de consumo. Sin embargo, es posible que haya problemas si el hierro está presente en complejos orgánicos inestables.

Grafica 5 curva hierro



Fuente: los autores

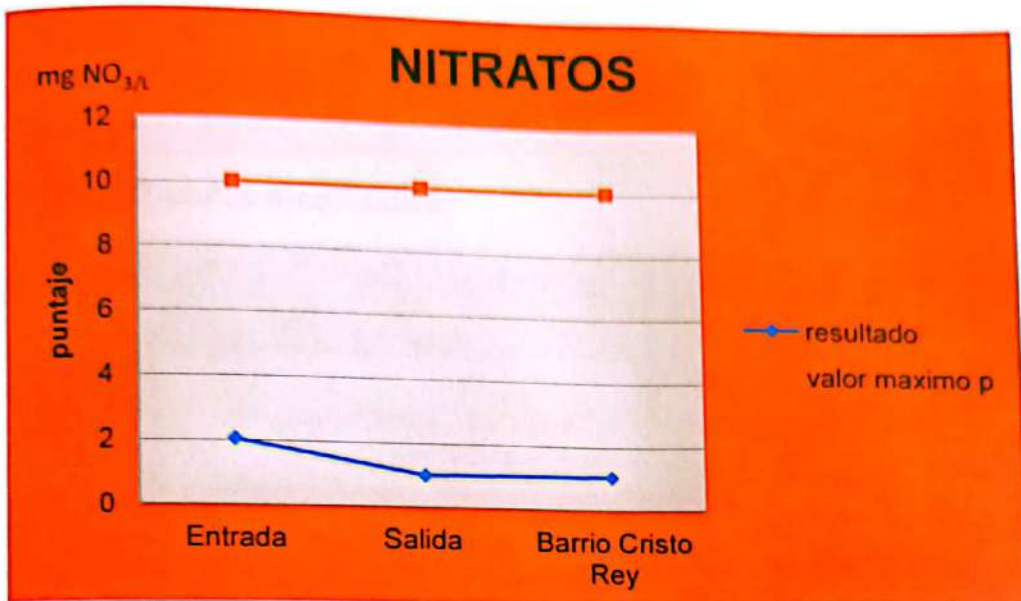
Por consideraciones de sabor y debido a que los tratamientos convencionales pueden eliminar el hierro en estado férrico pero no el hierro soluble Fe (II), las guías de calidad de la OMS y de Canadá recomiendan que en las aguas destinadas al consumo humano no se sobrepase 0,3 mg/L de hierro. La técnica para medir este parámetro fue FOTOMETRICA, Los resultados obtenidos para este parámetro fueron los siguientes: entrada de la planta 1.12 mg/L, salida de la planta 0.76 mg/L si hubo remoción de este con el tratamiento que se le dio en la planta, Barrio Cristo rey 1.07 mg/L donde se observa que este valor subió al compáralo con el de la salida de la planta esto se puede presentar debido a problemas en las redes de distribución ya que puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbiedad y el color del agua.

## NITRATOS

El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es  $\text{NO}_3$ . El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito ( $\text{NO}_2$ )

El nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de los animales y las plantas acuáticas. Por lo general, en el agua se lo encuentra formando amoníaco, nitratos y nitritos. En general, los nitratos (sales del ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ ) son muy solubles en agua debido a la polaridad del ion. En los sistemas acuáticos y terrestres, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos.

### Grafica 6 curva nitratos



Fuente: los autores

La resolución 2115 nos dice que el valor máximo aceptable para los nitratos es de 10 mg/L, este parámetro fue medido con la técnica FOTOMETRICA, obteniendo los siguientes valores a la entrada de la planta se obtuvo un valor de 2.01 mg/L, salida de la PTAB 0.97 mg/L, barrio cristo rey 1.01 mg/L, cumpliendo todos los valores con el valor máximo establecido según la normatividad.

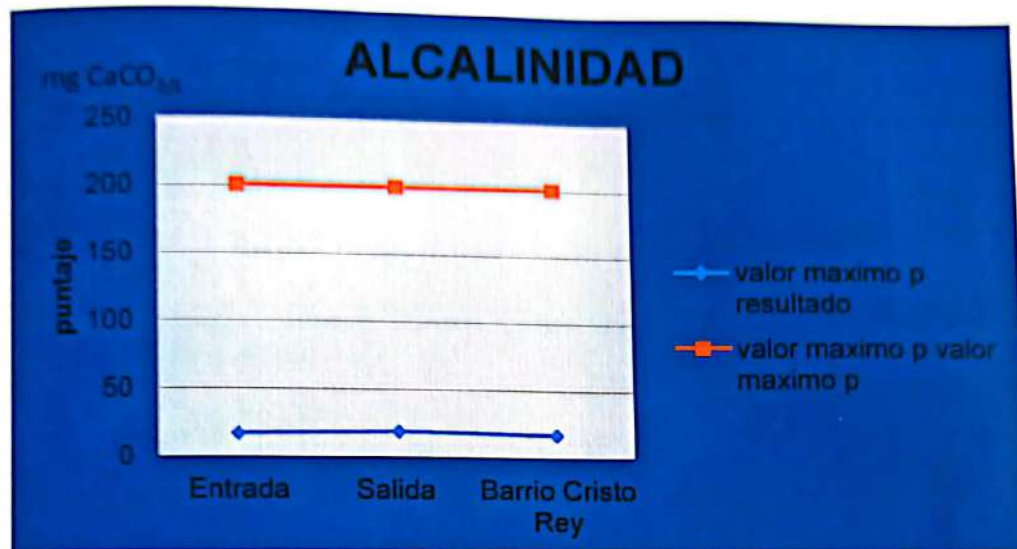
El nitrato es uno de los más frecuentes contaminantes de aguas subterráneas en áreas rurales. Debe ser controlado en el agua potable principalmente porque niveles excesivos pueden provocar metahemoglobinemia, o "la enfermedad de los bebés azules". Aunque los niveles de nitratos que afectan a los bebés no son peligrosos para niños mayores y adultos

## ALCALINIDAD

Es una medida de su capacidad para neutralizar ácidos, capacidad de, evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básicos o ácidos. La alcalinidad estabiliza el agua en los niveles del pH alrededor de 7. Sin embargo,

cuando la acidez es alta en el agua la alcalinidad disminuye, y puede causar condiciones dañinas para la vida acuática.

Grafica 7 curva alcalinidad



Fuente: los autores

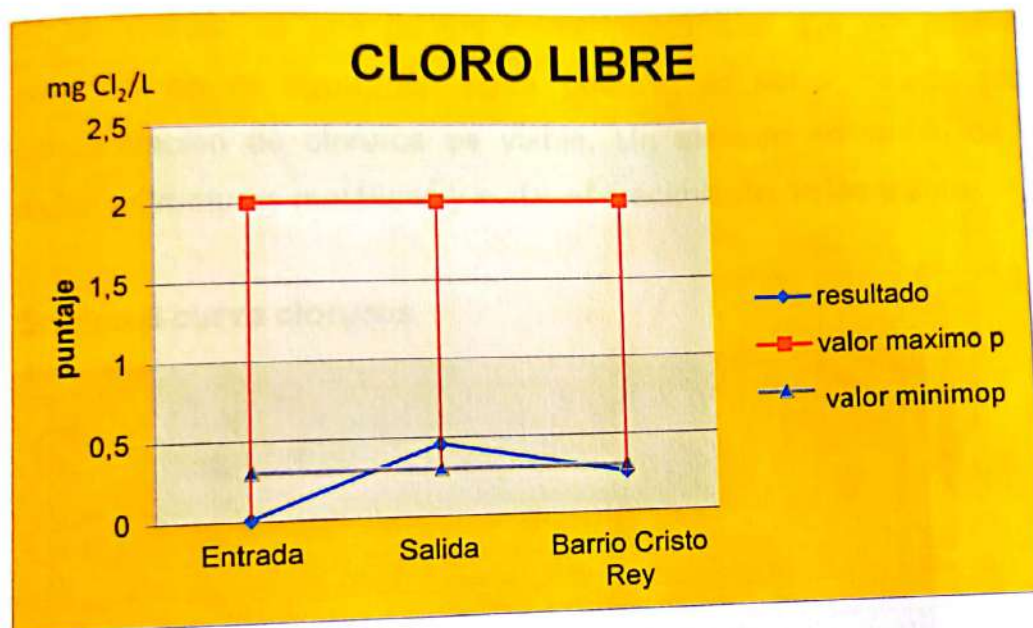
Este parámetro fue analizado mediante la técnica titulométrica, de acuerdo con la resolución 2115 el Valor máximo aceptable de la alcalinidad es de 200 CaCO<sub>3</sub> lo que nos indica que este parámetro si cumple con la normatividad ya que en los tres puntos de muestreo se encuentra en el rango establecido con una puntuación promedio de 16.0 mg CaCO<sub>3</sub>

## COLOR LIBRE

El cloro es el agente más utilizado en el mundo como desinfectante en el agua de consumo humano, debido principalmente a su carácter fuertemente oxidante, responsable de la destrucción de los agentes patógenos (en especial bacterias) y numerosos compuestos causantes de malos sabores. Es fundamental mantener en las redes de distribución pequeñas concentraciones de cloro libre residual, desde las potabilizadoras hasta las acometidas de los consumidores, para asegurar que el agua ha sido convenientemente desinfectada. No obstante, es

importante señalar que la ausencia de cloro libre residual no implica la presencia de contaminación microbiológica.

Grafica 8 curva cloro libre



Fuente: los autores

Para analizar este parámetro se utilizó la técnica fotométrica, presentando una variación en cada uno de los puntos, en el primer punto al inicio de la planta no se encuentra presencia de cloro debido a que todavía no ha empezado el proceso que realiza la planta de tratamiento, en el segundo punto de muestreo a la salida de la PTAB se encuentra 0,45 mg Cl<sub>2</sub>/L de cloro, cumpliendo con lo establecido en la resolución 2115 del 2007; en el tercer punto ubicado en el barrio Cristo rey se encuentra presencia de cloro con un valor de 0,25 mg Cl<sub>2</sub>/L, encontrándose fuera del rango establecido por la normatividad. En la gráfica se puede apreciar que la concentración de cloro en el punto de la salida es mayor que en el punto tres, esto se debe a que el cloro libre tiende a reaccionar con una variedad de compuestos presentes en el agua, lo que hace que con el tiempo disminuya su velocidad

Riesgos a la salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que no se ha observado ningún efecto adverso en humanos expuestos a concentraciones de cloro libre en agua potable.

## CLOURUROS

El ion cloruro es uno de los iones inorgánicos que se encuentra en mayor cantidad en el agua. En agua potable, el sabor salado producido por la concentración de cloruros es viable. Un elevado contenido de cloruros puede dañar estructuras metálicas y evitar el crecimiento de las plantas

Grafica 9 curva cloruros



Fuente: los autores

Con respecto a los cloruros, para su análisis se utilizó el tipo de técnica fotométrica. El valor máximo establecido para este parámetro según la resolución 2115 es de 250 mg/L, encontrándose dentro del rango establecido en los tres puntos de muestreo como lo podemos observar en la gráfica.

Riesgos a la salud. El consumo elevado de sal produce hipertensión arterial, ya que los riñones no son capaces de eliminar la que sobra. Este problema se

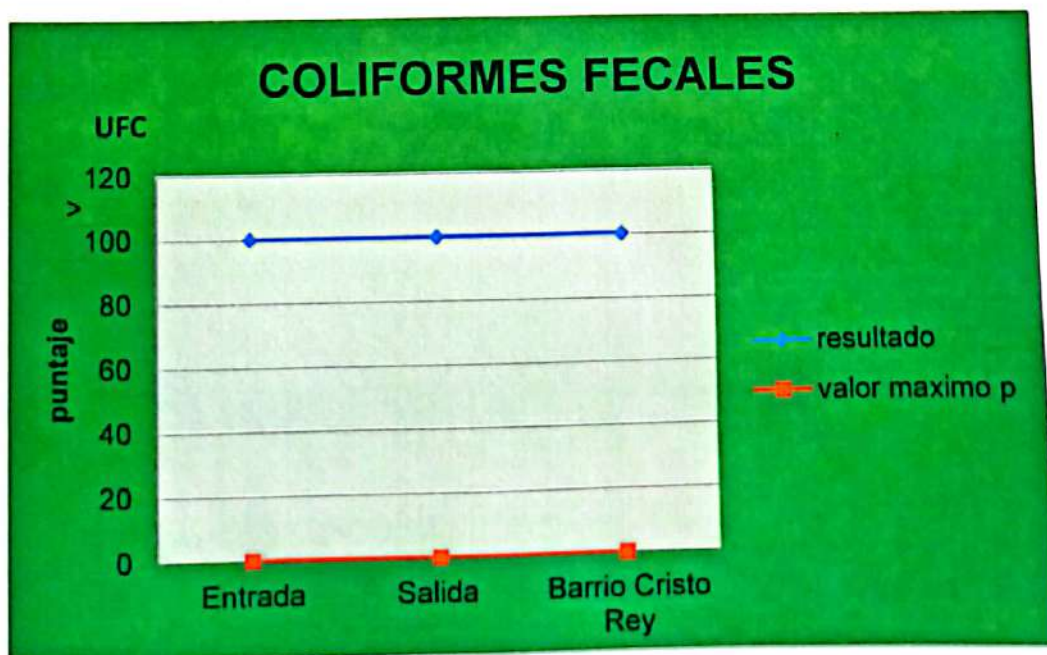
incrementa con la edad. El consumo elevado de sal, además, empeora los problemas de corazón y de las arterias, sobre todo en las personas con obesidad.

En las mujeres después de la menopausia podría facilitar la aparición de osteoporosis, al aumentar la pérdida de calcio. En las personas con úlcera de estómago, el consumo elevado de sal favorece la aparición de otros problemas, Además de los efectos perjudiciales sobre la salud, la salinización del agua puede incrementar la corrosión de metales en el sistema de distribución y perjudica los cultivos

### COLIFORMES FECALES

La bacteria coliforme fecal presente en las heces humanas y animales de sangre tibia. Puede entrar en los cuerpos de agua por medio de desechos directos de mamíferos y aves, así como corrientes de agua, acarreado desechos y del agua de drenaje. Los organismos patógenos incluyen la bacteria Coliforme fecal, así como bacterias, virus y parásitos que causan enfermedades (Mitchell *et al.* 1991).

Grafica 10 curva coliformes fecales



Fuente: los autores

Este parámetro fue evaluado mediante el método de filtración por membrana, como se puede observar en la gráfica en ninguno de los tres puntos cumple con lo establecido en la normatividad ya que el valor máximo establecido es 0 Unidad Formadora de Colonia en 100 mL de agua.

**Riesgos a la salud.** Causan diarrea, retortijones, náuseas, cefaleas u otros síntomas. Estos patógenos podrían representar un riesgo de salud muy importante para bebés, niños pequeños y personas con sistemas inmunológicos gravemente comprometido.

## COLIFORMES TOTALES

Es un término para referirse a la familia de bacterias de los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*; la mayoría de estos organismos se encuentran en vida libre, es decir en el ambiente y materia en descomposición, excepto el género *Escherichia* que vive solo en organismos como el hombre y animales de sangre caliente.

### **Grafica 11 curva coliformes totales**



Fuente: los autores

Los coliformes totales fueron analizados mediante el método de filtración por membrana, en cada uno de los tres puntos de muestreo el resultado obtenido no está dentro del valor máximo admitido por la normatividad, con una puntuación muy alta

**IRCA. ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**, mide el nivel de riesgo de contraer enfermedades relacionadas con el consumo de agua potable; De acuerdo con el informe de los análisis realizados, Es importante tener en cuenta los puntajes de riesgo establecidos en el Artículo 13 de la Resolución 2115 de 2007 para cada uno de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que en el caso de presentar incumplimiento se asignará el puntaje de riesgo contemplado en la dicha resolución (ver tabla 8 ), Su valor será cero (0) puntos, cuando cumple con los valores aceptables, donde se dará un valor de cien (100) puntos, cuando no cumple con ninguna de las características, clasificándose en cinco niveles según su puntuación ; inviable sanitariamente, alto, medio, bajo y sin riesgo.

La valoración del IRCA se da con respecto al análisis realizado en el barrio Cristo rey con el fin de evaluar la calidad de agua que los habitantes de este barrio están consumiendo.

**Tabla 8. Valoración del IRCA**

Característica	Puntaje de riesgo	Característica	Puntaje de riesgo
Color Aparente	6	Dureza Total	1
Turbiedad	15	Sulfatos	1
pH	1.5	Hierro Total	1.5
Cloro Residual Libre	15	Cloruros	1
Alcalinidad Total	1	Nitratos	1
Calcio	1	Nitritos	3
Fosfatos	1	Aluminio (Al3+)	3
Manganeso	1	Fluoruros	1
Molibdeno	1	COT	3
Magnesio	1	Coliformes Totales	15
Zinc	1	Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados			100

Fuente: Artículo 13, Resolución 2115 de 2007

**El IRCA por muestra:**

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

$$\text{IRCA (\%)} \frac{71.5}{83} \times 100 = 86,15$$

**Tabla 9. Clasificación IRCA**

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo
80.1 -100	INVIABLE SANITARIAMENTE
35.1 - 80	ALTO
14.1 – 35	MEDIO
5.1 - 14	BAJO
0 - 5	SIN RIESGO

Fuente: Artículo 13, Resolución 2115 de 2007

De acuerdo con el resultado obtenido, el indicador IRCA consolidado fue 86,15 ubicándose en un nivel de riesgo inviable sanitariamente, lo que quiere decir que la calidad de agua que están consumiendo los habitantes del barrio Cristo rey del municipio de Villagarzón no cumple con los estándares de calidad que exige la resolución 2115 del 2007 de calidad de agua para consumo humano, lo cual genera gran preocupación ya que en las muestras de agua analizadas por el laboratorio de Corpoamazonia se encontró presencia de coliformes fecales y coliformes totales con una puntuación muy alta, esto se debe a que el punto de captación de la planta de tratamiento no es el adecuado ya que se encuentra ubicado en una zona rural y turística donde de acuerdo a inspección visual se pudo observar que el área no está protegida ni aislada totalmente, teniendo acceso a los animales y a las personas que visitan el lugar; también podemos evidenciar que parámetros como dureza y hierro sobre pasan el valor permisible lo que contribuye a que la calidad del agua no sea la adecuada, lo anterior genera una problemática muy importante ya que la mala calidad de agua puede incidir directamente sobre la salud humana, la vida y la seguridad alimentaria, entre otros aspectos negativos, trayendo consigo enfermedades como EDAS (Enfermedades Diarreico Agudas), ETA (Enfermedades Trasmitidas por Alimentos), entre otras, es así como según el último reporte al SIVIGILA se presentaron 326 casos de

enfermedades diarreicas agudas en el municipio de Villagarzón, registrando incidencia más alta en los niños entre 1 y 4 años con 46,1 casos por 1.000 habitantes, lo que confirma que la calidad de agua que se les está ofreciendo a los habitantes de esta población no es óptima para consumo humano.

**2.2. Analizar el comportamiento de los reportes de la calidad del agua realizados durante los últimos seis años frente a la normatividad actual y al diagnóstico del estado actual del agua**

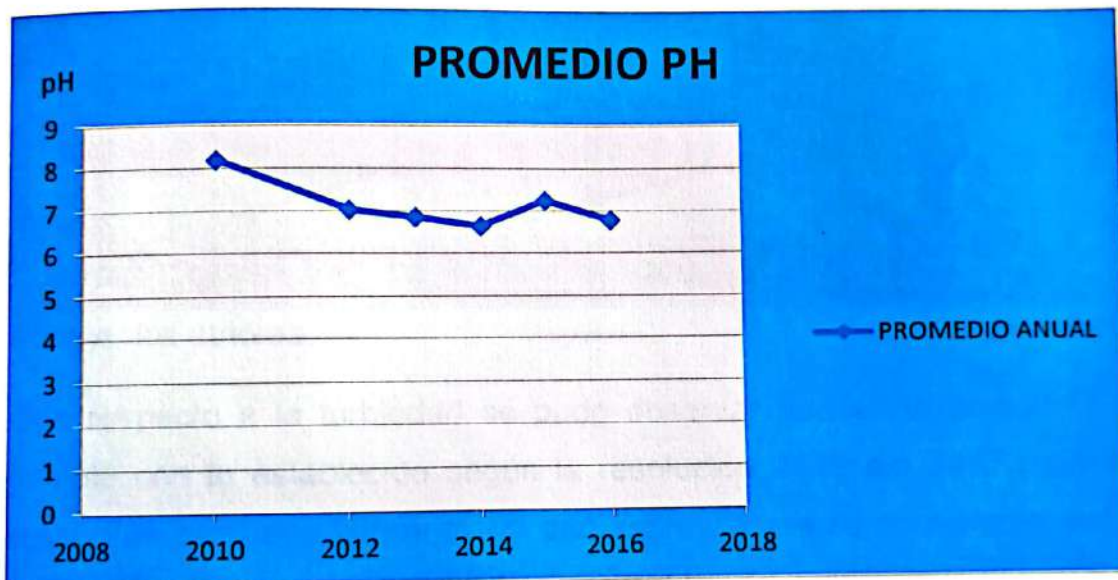
De acuerdo con los monitoreos realizados por la secretaria de salud sobre la calidad de agua para consumo humano, en los últimos seis años Se realizó una comparación de los resultados obtenidos en relación a los valores admisibles según la resolución 2115 del 2007

Según la información obtenida, se pudo observar que para el año 2010 se realizó un análisis de calidad de agua dentro del cual se tomaron cuatro puntos de muestreo diferentes, de acuerdo a esto se realizó un promedio con los valores obtenidos en cada punto obteniendo un promedio anual de cada uno de los parámetros, para el año 2012 se realizó un solo análisis dentro del cual se tomaron dos puntos de muestreo, en el año 2013 se realizó un solo análisis con un solo punto de muestreo, en el 2014 se tomó un solo análisis con dos puntos de muestreo, para el 2015 se tomaron cuatro análisis diferentes realizados en diferente mes de los cuales se hace un promedio obteniendo así el promedio anual, en el presente año se toma un análisis con tres puntos de muestreo de los cuales se toma como puntos de referencia solo dos que son: en la salida de la planta y el barrio cristo rey. Una vez obtenidos los resultados de los promedios anuales de cada parámetro se realizan las gráficas de dispersión de cada uno de los parámetros analizados.

## PH

AÑO	PROMEDIO ANUAL
2010	8,16
2012	7
2013	6,83
2014	6,615
2015	7,22
2016	6,76

Grafica 12 promedio pH



Fuente:

los autores

De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis de calidad de agua realizados en los últimos seis años, con respecto al PH se pudo observar que este parámetro fluctuó entre 6.16 y 8.16, lo cual nos permite establecer que si cumple con la normatividad vigente. Presentando mayor acidez en año 2010

## TURBIEDAD

AÑO	PROMEDIO ANUAL
2010	0,74
2012	2,15

2013	10,9
2014	0,72
2015	1,12
2016	1,79

Grafica 13. Promedio turbiedad



Fuente: los autores

Con respecto a la turbiedad se pudo observar que en el año 2012 y 2013 no cumple con lo establecido según la resolución 2115 del 2007 (normatividad de agua para consumo humano), ya que estos valores se encuentran por encima de 2 UNT siendo este el valor máximo aceptable.

## CONDUCTIVIDAD

AÑO	PROMEDIO ANUAL
2012	18
2013	218
2014	127
2015	24,29
2016	25,00

Grafica 14. Promedio conductividad



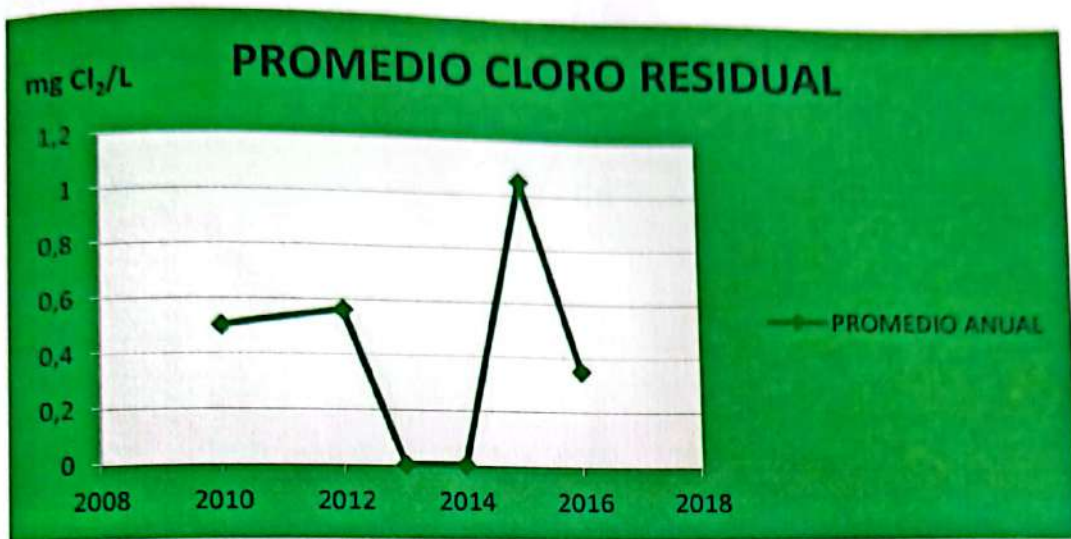
Fuente: los autores

La conductividad es un parámetro importante en la determinación de la concentración iónica del agua. En la gráfica anterior podemos observar que los valores obtenidos en los diferentes años se encuentran dentro del rango establecido por la norma ya que el valor máximo aceptable para la conductividad puede ser hasta 1000 microsiemens/cm y el valor más alto presentado fue en el año 2013 con una puntuación de 218 microsiemens/cm.

### COLORO RESIDUAL

AÑO	PROMEDIO ANUAL
2010	0,5
2012	0,56
2013	0
2014	0
2015	1,05
2016	0,35

Grafica 15. Promedio cloro residual



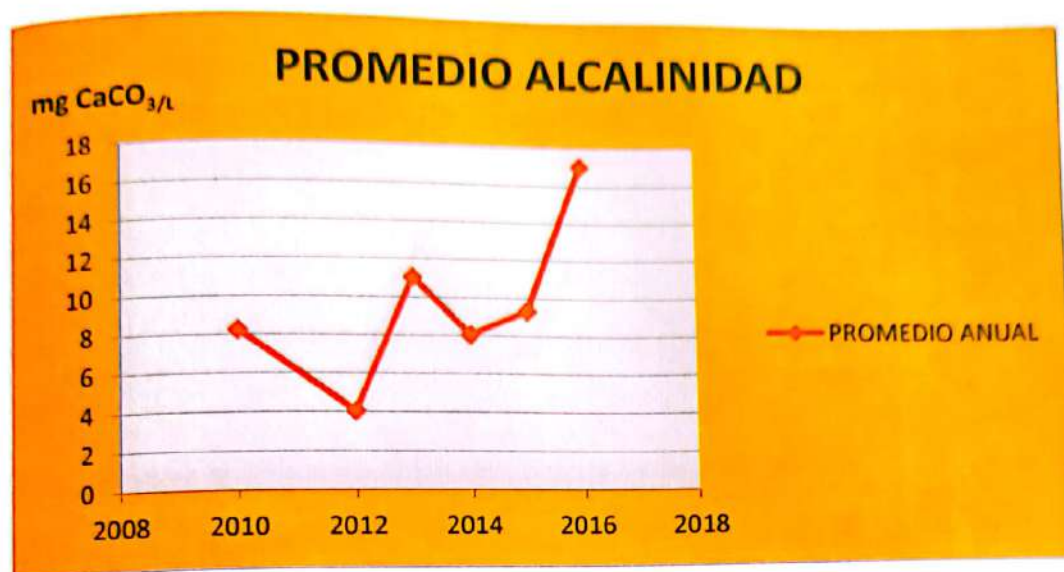
Fuente: los autores

En el parámetro de cloro residual se obtuvo lo siguiente, en julio de 2013 y marzo de 2014 no hubo presencia de cloro residual por lo tanto los valores obtenidos en los resultados de los análisis dan un valor de cero, mientras que en los otros años si cumple con lo establecido en la resolución ya que 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.

#### ALCALINIDAD

AÑO	PROMEDIO ANUAL
2010	8,2
2012	4
2013	11
2014	8
2015	9,25
2016	17,00

Grafica 16. Promedio alcalinidad



Fuente: los autores

Con el parámetro de la alcalinidad podemos observar que aunque estuvo variando en los diferentes años los valores dados según el análisis realizado si cumple en todos los años estudiados ya que los valores presentados se encuentran por debajo de 200Mg/L que es el puntaje máximo aceptable, el valor mínimo de alcalinidad se presentó en el año 2012 con un valor de 4 mg/l CaCO<sub>3</sub>, y el valor más alto fue 17,00 mg/l CaCO<sub>3</sub> en el año 2016.

#### DUREZA TOTAL

AÑO	PROMEDIO ANUAL
2010	5,4
2012	4
2013	11
2014	8
2015	9,45
2016	20,00

**Grafica 17. Promedio Dureza total**



Fuente: los autores

Con la gráfica anterior se puede observar que los resultados obtenidos en los diferentes años en cuanto a dureza total cumplen con la normatividad ya que el Valor máximo aceptable es 300mg/L. y estos se encuentran por debajo de este, presentando en el año 2010 una dureza total de 5mg/L siendo este el valor más bajo obtenido y en el año 2016 un valor de 20,00mg/L siendo la puntuación más alta Con respecto a este parámetro

### COLIFORMES FECALES

AÑO	COLIFORMES FECALES
2010	AUSENCIA
2012	0
2013	97,1
2014	60,35
2015	55,7
2016	>100

## COLIFORMES TOTALES

AÑO	COLIFORMES TOTALES
2010	AUSENCIA
2012	AUSENCIA
2013	$\geq 2419,6$
2014	$\geq 2419,6$
2015	$< 1$
2016	$> 500$

Según los informes de calidad de agua reportados en los últimos seis años podemos observar que en cuanto a los parámetros de coliformes fecales y Coliformes totales en los años 2010 y 2012 hay una estabilidad presentando ausencia de microorganismos siendo este el valor máximo aceptable, pero a partir del año 2013 persiste el incumplimiento de estos parámetros, presentando en años 2013 y 2014 la valoración mal alta con una puntuación de  $>2419,6$  microorganismos. Esto evidencia la contaminación microbiológica del agua distribuida para abastecimiento humano y por ello es inviable sanitariamente elevando el riesgo de afectación a la salud de los usuarios que la consumen.

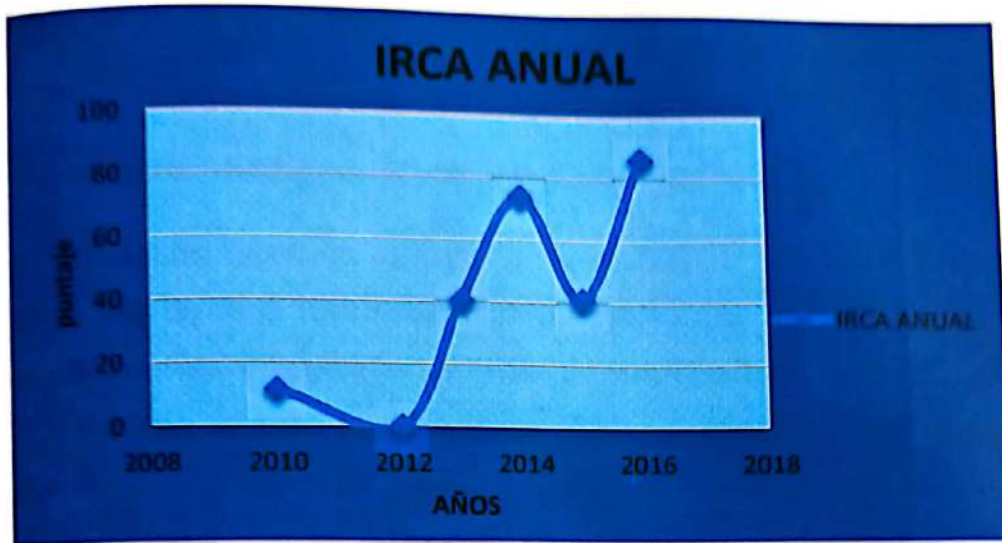
## IRCA DE LOS ULTIMOS SEIS AÑOS

Tabla 10. IRCA anual

AÑO	IRCA ANUAL (%)	NIVEL DE RIESGO	CONCEPTO FINAL
2010	11,46	Bajo	Agua no apta para consumo humano
2012	0	Sin riesgo	Agua apta para consumo humano
2013	40,27	Alto	Agua no apta para consumo humano
2014	73,8	Alto	Agua no apta para consumo humano
2015	40,74	Alto	Agua no apta para consumo humano
2016	86,15	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano

Fuente: los autores

Grafica 18. IRCA anual



Fuente: los autores

Una vez realizado el análisis comparativo, se analiza que los índices de riesgo de la calidad del agua IRCA, calculados para los últimos 6 años, presentan importantes variaciones. Este comportamiento está relacionado con las condiciones que afectan la prestación del servicio como: los fenómenos climáticos y la contaminación de las fuentes hídricas entre otros. En la gráfica anterior se puede identificar una variación significativa con respecto a los años 2010 y 2016 donde se observa un incremento constante que se convierte en significativo; teniendo en cuenta que solo en el año 2012 se reporta agua "sin riesgo" para consumo humano con un IRCA de 0% Siendo esta la puntuación más baja y con una fluctuación máxima en año 2016 con un IRCA de 86,15 % ; es importante señalar que a pesar de que en el año 2015 se presentó un IRCA anual de 40,74 con un nivel de riesgo alto, en el último análisis realizado en septiembre del mismo año presento un IRCA de 92,43% ubicándose en el nivel de riesgo INVIABLE SANITARIAMENTE al igual que el reporte del 2016, Estas cifras son muy preocupantes porque además muestran un empeoramiento de la calidad del agua con relación a los años anteriores, Estos índices demuestran que el agua

suministrada presentó deficiencias en su calidad ambiental y sanitaria lo cual indica que en el municipio de Villagarzón se está suministrando agua con un alto riesgo para su consumo.

### **Perfil epidemiológico del municipio de Villagarzón**

Por otro lado También es importante conocer el perfil epidemiológico del municipio para ver de qué forma está afectando la calidad de agua en la salud de los habitantes de Villagarzón ya que La mortalidad de la niñez es un indicador de las condiciones de vida de la población y de las oportunidades sociales de desarrollo (En el mundo “millones de niños siguen muriendo sin necesidad cada año por falta de atención sanitaria, agua potable, un entorno seguro en sus hogares o nutrición adecuada).

### **MORBILIDAD POR EDA EN EL MUNICIPIO DE VILLAGARZON**

Para el año 2012 la primera causa de consulta externa en la ESE del municipio fue por PARATISISMO INTESTINAL con 1.194 casos, el grupo etario que más consulto por esta causa fue de 15 a 44 años con mayor frecuencia en mujeres (436) que en hombres (74), seguido de las personas de 5 a 14 años. La principal causa para que exista el parasitismo se relaciona con las condiciones deficientes de saneamiento básico y los hábitos higiénicos de las personas que habitan en el municipio; por lo tanto hasta que no se cuenten con los mecanismos para tener agua potable no se superara esta patología.

Para el 2013 la primera causa de morbilidad hasta el primer semestre fue DIARREAS Y GASTROENTERITIS DE PRESUNTO ORIGEN INTESTINAL con 395 casos y se presentó con mayor frecuencia en niñas de 1 a 4 años (63) seguidas de mujeres de 15 a 44 años (60), la tercera causa de consulta fue PARASITISMO INTESTINAL con 260 casos, presentándose con mayor frecuencia en niños y niñas de 5 a 14 años (64 y 56 respectivamente) seguido de mujeres de 15 a 44 años (43).



Con base en la gráfica anterior los periodos epidemiológicos donde más casos se presentaron de morbilidad por EDA (enfermedades diarreicas agudas) fueron del 1 al 7 del año 2013 cifras superadas con respecto al 2012; la población más afectada son los niños y las niñas de 1 a 4 años, siguiendo los de 5 a 9 años y en tercer lugar los de menores de 1 año. Del año 2014 no se encontraron reportes de Enfermedades diarreicas agudas; Durante las semanas epidemiológicas 1 a la 12 de 2015 se notificaron 326 casos de enfermedad diarreica aguda (EDA) donde los menores entre 1 y 4 años registran la incidencia más alta con 46,1 casos por 1.000 habitantes, seguido de las personas de 25 a 29 años los cuales aportan el un valor absoluto de 28 casos. Hasta la semana epidemiológica 12 del 2015 no se notificaron al Sivigila casos de Enfermedades Transmitidas por Alimentos – ETA, Fiebre tifoidea y paratifoidea y Hepatitis A.

### MORTALIDAD POR EDA EN EL MUNICIPIO DE VILLAGARZON

En el municipio aún no se han presentado casos de mortalidad por EDA reportados a través del sistema de información para la vigilancia de la salud pública (SIVIGILA)

### **2.3. Formular estrategias de mejoramiento frente a los procesos que determinan la calidad del agua.**

Teniendo en cuenta el análisis realizado anteriormente se pudo concluir que el acueducto aguas la cristalina del municipio de Villagarzón, presenta graves alteraciones en los parámetros de coliformes fecales y totales, siendo esto un riesgo para los usuarios que consumen a diario este tipo de agua, debido a esto se ve la necesidad formular estrategias y Establecer medidas de preservación, manejo y rehabilitación de dicha calidad de agua.

#### **Estrategias para el mejoramiento de la calidad del agua**

La intervención del hombre en las cuencas de captación, ha acelerado los procesos de contaminación reflejándose en el continuo deterioro de la calidad del agua. La fuente de abastecimiento del acueducto aguas la cristalina es la quebrada CURIYACO, la cual presenta problemas por la presencia de microorganismos y bacterias fecales que afectan la calidad del agua esto debido a que está ubicada en zona rural y turística del municipio de Villagarzón por lo tanto existe la presencia aledaña de animales los cuales hacen sus deposiciones fecales en dicha fuente.

1. El sistema de tratamiento con el que cuenta el acueducto aguas la cristalina se encuentra funcionando de manera correcta, se evidencian dificultades o fallas con el área de captación y la red de distribución, debido a esto se propone mejorar la dosificación en el sistema realizando pruebas de jarras puesto que la que hay actualmente no está dando eficiencia al cumplimiento de los parámetros, se deben desarrollar tres pruebas de jarras semanalmente o una prueba cada dos días para así corroborar la cantidad de químicos necesaria y encontrar la dosificación adecuada, tanto en términos de calidad final del agua obtenida, como en términos económicos.

2. Deberá hacerse el cierre parcial del área de la bocatoma, la zona a intervenir deberá aislarse completamente, por lo que se construirá un cerramiento total del área, de acuerdo con el siguiente diseño: el cerramiento, tendrá una altura de 2.0 m y estará cubierto en toda su altura, con una tela sintética, amarrada y apuntillada a cada uno de los postes con alambre; esta tela no podrá presentar ningún tipo de pliegue, por lo que deberá ser debidamente templada, Dicho cerramiento, tendrá una sola entrada al cual sólo tendrán acceso el personal de la empresa encargado. Esto con el fin de aislar totalmente a los animales y turistas que frecuentan el punto de captación.
  
3. Generar información a la población aledaña al punto de captación en base a proyectos, actividades, programas, relacionados con la importancia del agua como tema de concientización ambiental. Estas charlas educativas se llevaran a cabo convocando a toda la comunidad del sector rural aledaño a esta fuente, con el propósito de darles a conocer la importancia y el cuidado que se debe tener con las fuentes hídricas y más si es una fuente de abastecimiento. Llevando acabo un cronograma de actividades que se realizara cada 6 meses de la siguiente manera: una vez convocada la población se llevaran a cabo dinámicas, charlas, proyecciones, alusivas a la no contaminación de las fuentes hídricas, las causas y efectos que esta problemática puede generar, obteniendo así una actuación ambientalmente positiva de la población.
  
4. Se ve necesario desarrollar políticas por parte de la empresa que incentiven a mejorar la calidad del servicio con medidas como la protección del recurso hídrico mediante un ordenamiento de cuencas, la disminución de vulnerabilidad de los sistemas de tratamiento y distribución, con inversiones específicas en reposición de redes e infraestructura.

5. Realizar mantenimiento de los tanques de almacenamiento cada 4 meses para garantizar que el agua almacenada no se contamine, el mantenimiento de este sistema consisten en la verificación de las estructuras de concreto y las limpiezas al interior del tanque realizando las siguientes actividades.

- Abrir la válvula de evacuación inferior (purga).
- Esperar hasta que el tanque evacúe por completo.
- Ingresar cuidadosamente al interior del tanque.
- Con la ayuda de cepillos y un poco de dilución de hipoclorito de calcio, limpiar las paredes interiores de los tanques, con el fin de eliminar microorganismo, algas y musgos que puedan estar presentes en la estructura.
- Enjuagar bien con agua a presión.
- Cerrar la válvula de evacuación.
- Llenar el tanque y verificar el funcionamiento.

6. Los operarios de la planta actualmente no cuentan con un manual de procedimientos adecuados para la correcta operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento del sistema. Debido a esto, varios aspectos técnico operativos en la planta se desarrollan en base a un conocimiento empírico, aspecto por el cual puede estarse presentando anomalías. Debido a esto se propone Mejorar la optimización en la operación de la planta de tratamiento mediante, la capacitación de operarios y la generación de un manual que detalle el procedimiento para la operación y el mantenimiento respectivo de los equipos presentes en la planta de tratamiento de agua potable del agua.

La capacitación se puede realizar en la modalidad de curso-taller, donde se trabajen temas como: el mantenimiento de plantas de tratamiento de agua

potable, dosificación, filtración, desinfección, etc. Realizando Prácticas de laboratorio para el control de tratamiento y la calidad del agua.

Para la elaboración del manual se realiza inicialmente un diagnóstico donde se identifiquen las condiciones de operación actual de la planta, luego se procede a la consulta de lineamientos dentro del marco de la legalidad sobre el adecuado mantenimiento de las plantas y por último se presenta el diseño del manual de operación y mantenimiento de equipos para la Planta de Tratamiento de AGUAS LA CRISTALINA.

Con este Manual, la empresa contará con la información básica y técnica para el correcto Funcionamiento y desarrollo de los procesos operativos dentro de la misma, con el procedimiento adecuado para las labores de mantenimiento en cada una de las unidades de la planta.

7. Adecuar y dotar el laboratorio de la planta de tratamiento, el cual debe contar con los equipos y reactivos necesarios para elaborar los análisis; para se propone la utilización de un multiparametros, ya que este equipo permite tomar hasta 15 parámetros entre los que se encuentra cloro residual, turbiedad, pH, presión, temperatura, cloruros, entre otros. Este equipo puede ser de, mucha utilidad ya que es portátil, además es resistente al agua lo que puede hacer que se realice un trabajo mas eficiente y así llevar un mejor control.

### 3. CONCLUSIONES

Según los análisis realizados por la secretaria de salud Podemos evidenciar que el agua que está ofreciendo el acueducto AGUAS LA CRISTALINA durante los últimos seis años (2010 -2016) ha ido variado, disminuyendo la calidad de agua e incrementando el nivel de riesgo, presentando un IRCA promedio alto, solamente en el año 2012 se ofreció agua sin riesgo para consumo humano con un IRCA de 0%, en el año actual se presentó un nivel de riesgo Inviabile sanitariamente, lo que quiere decir que el agua que se está suministrando al municipio de Villagarzón no es de buena calidad

La principal problemática que se está presentando en la planta de tratamiento AGUAS LA CRISTALINA es la presencia de coliformes fecales y totales, lo cual genera gran preocupación ya que el no cumplimiento de estos parámetros generan alto riesgo en la salud de las personas con la presencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA)

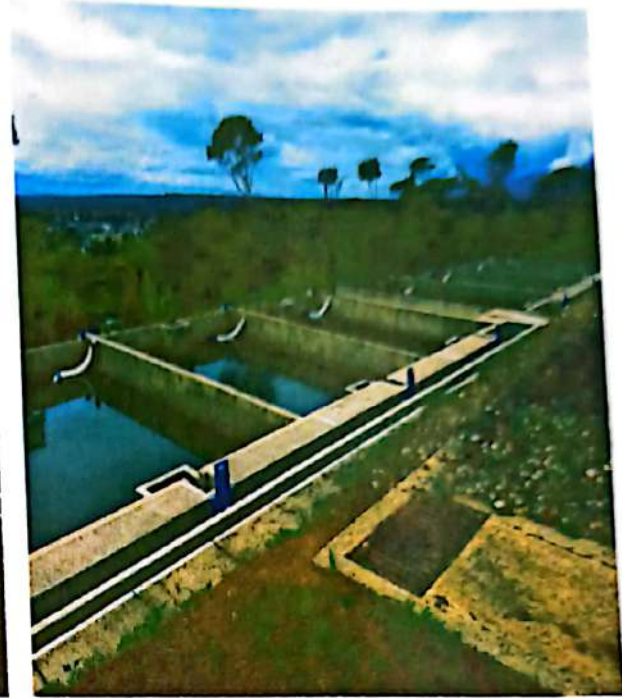
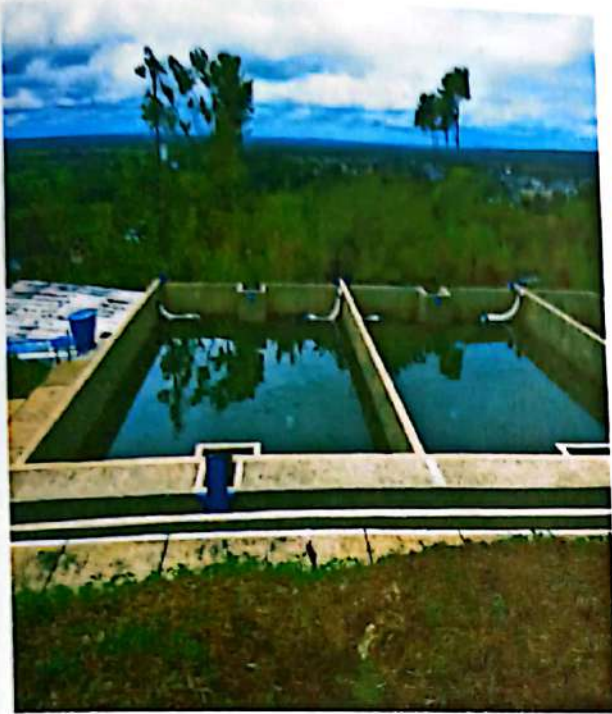
El acueducto AGUAS LA CRISTALINA tiene como reto principal mejorar la calidad de agua que se les está ofreciendo a los habitantes del municipio de Villagarzón, dando cumplimiento a los estándares de calidad establecidos por la normatividad de agua para consumo humano (resolución 2115 del 2007)

A pesar de que el sistema con el que cuenta la planta de tratamiento de Villagarzón es bueno, se están presentando problemas en la bocatoma y en la dosificación de cloro, esto hace que haya presencia de microorganismos y que el tratamiento no sea el adecuado.

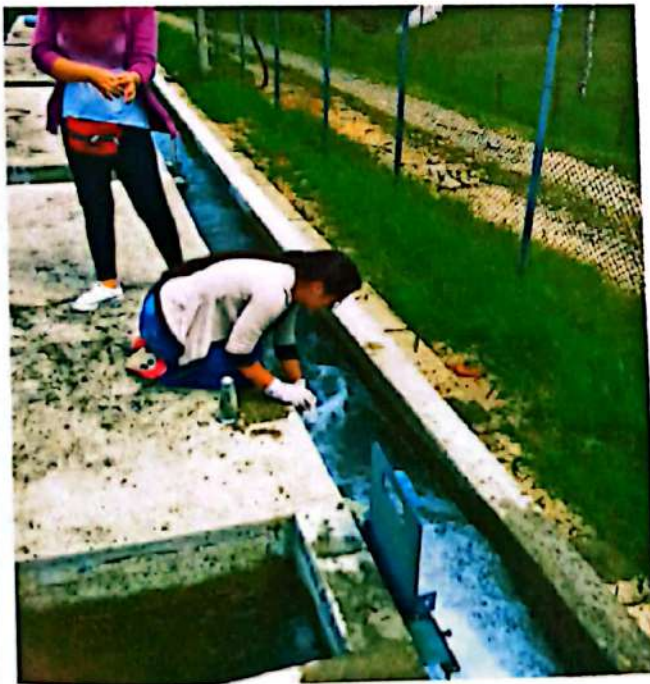
Las alternativas y recomendaciones establecidas tienen como objetivo mejorar la eficiencia de la planta y por ende la calidad de vida de la población involucrada.

Se puede manifestar que el acueducto Aguas la cristalina provee agua de mala calidad, ya que en los resultados analizados (IRCA) y las pruebas realizadas fisicoquímicas y microbiológicas actualmente se obtiene un índice de riesgo **INVIABLE SANITARIAMENTE** lo cual hace que el estado del agua no es apta para consumo humano.

## REGISTRO FOTOGRAFICO



Planta de tratamiento AGUAS LA CRISTALINA



Muestras tomadas a la entrada de la planta de tratamiento



Muestras tomadas en el Barrio Cristo Rey

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANONIMO. Guías para la calidad del agua potable es la protección de la salud pública. [En línea], (Sf), [Citado el 20 - octubre - 2015] disponible en internet:[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_1.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_1.pdf)
2. ANONIMO, [En línea], 2012, [Citado el 10- octubre- 2015] disponible en internet: <file:///D:/DOCUMENTOS%20USUARIO/Downloads/pdf-791-Informe-Quincenal-Multisectorial-Agua-para-consumo-humano.pdf>
3. CABRERA, M, (2012), *posibilidades de mejoramiento de una planta potabilizadora no convencional.*
4. CORPORACIÓN AUTONÓMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA. Estudio de la calidad del agua del río Cauca y sus principales tributarios mediante la aplicación de índices de calidad y contaminación.
5. CHÁVEZ, E. (2009). *Estudios y rediseño de la línea de aducción, desarenador, tanque de almacenamiento y conducción para el acueducto de la cabecera municipal de Villagarzón*
6. Decreto 475 de 1998, por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable
7. Defensoría del Pueblo, (SF), diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia, en el marco del derecho humano al agua.
8. MEJÍA, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria.*

9. PAN. MAVDT, PNUD, UNDC, (Bogotá 2005), El mecanismo mundial. Pág. 38  
PÉREZ, A, (2009); *calidad de agua para consumo humano y recreación*.

10. Unión temporal putumayo, (2013), *plan maestro de acueducto casco urbano de Villagarzón putumayo*

11. [En línea]. [Citado el 25- octubre- 2015] disponible en internet:

<[http://www.digesa.sld.pe/depa/informes\\_tecnicos/grupo%20de%20uso%201.pdf](http://www.digesa.sld.pe/depa/informes_tecnicos/grupo%20de%20uso%201.pdf)



INFORME DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

**NUMERO DE RADICACION:** 9152  
**MES INFORMADO:** Ago-12  
**MUNICIPIO:** VILLAGARZON  
**SOLICITANTE:** SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL  
**MUESTRAS TOMADAS POR:** ANDRES PEREZ  
**ACUEDUCTO:** AGUAS LA CRISTALINA  
**FUENTE DE ABASTECIMIENTO:** QUEBRADA CURIYACO  
**OBJETO DE LA MUESTRA:** VIGILANCIA  
**PUNTO DE MUESTREO:**

1. Cod. 6988501 Tanque de almacenamiento, inicio red de distribución
2. Cod. 6988502 Casa Campesina, Barrio Industrial
3. Cod. 6988503 Escuela Garzón Moreno Barrio Villa Monica
4. Cod. 6988504 Hospital San Gabriel Arcangel Barrio Obrero
5. Cod. 6988505 Escuela Cristo Rey Barrio Cristo Rey

PARAMETROS	REFERENCIA SEGUN RESOLUCION 2115/2007	4	5
Color	<= 15		
pH	>= 6.5 y <= 9		
Turbiedad	<= 5 UNT	1.78	2.52
Conductividad		17.72	18.28
Cloro Residual	>= 0.3 y <= 2.0	0.57	0.55
Alcalinidad	<= 200 mg/l	4	4
Dureza Total	<= 300 mg/l	6	8
Coli Total	0 microorganismos en 100 ml	0	0
Coli fecal	0 microorganismos en 100 ml	0	0
IRCA por muestra		0%	0%
% IRCA PROMEDIO		0	

CLASIFICACION IRCA%	
Res 2115/07-Arículo 15	
INVARIABLE	80.1-100
ALTO	34.1-80
MEDIO	14.1-35
BAJO	5.1-14
SIN RIESGO	0-5

CONCEPTO FINAL: Agua apta para consumo humano  
 fecha de entrega resultados: 13/09/2012

*Lisbeth Karine Muñoz*  
 LISBETH KARINE MUÑOZ  
 ANALISTA FISICOQUIMICO LSP

*Mive Lorena Fajardo Rojas*  
 MIVE LORENA FAJARDO ROJAS  
 ANALISTA MICROBIOLOGICO LSP

*Ama Carolina Villota*  
 AMA CAROLINA VILLOTA  
 P. U. AREA LABORATORIO DE SALUD PUBLICA

INFORME DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

NUMERO DE RADICACION: 40  
 MES REFORMADO: ABRIL DE 2013  
 MUNICIPIO: ALLAGUAYÓN  
 SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL  
 SOLICITANTE: FABIAN DELGADO  
 NUESTRAS TOMADAS POR: AGUAS LA CRISTALINA  
 ACUEDUCTO: QUEBRADA CURRYACO  
 FUENTE DE ABASTECIMIENTO: VIGILANCIA  
 PUNTO DE LA MUESTRA: 1. Cod. 8688501 Tanque de almacenamiento. Inicio red de distribución  
 2. Cod. 8688502 Casa Campesina, Barrio Industrial  
 3. Cod. 8688503 Escuela Garzón Mojano Barrio Villa Monica  
 4. Cod. 8688504 Hospital San Gabriel Arcangel Barrio Obrero  
 5. Cod. 8688505 Escuela Cristo Rey, Barrio Cristo Rey

PARAMETROS	PUNTO DE MUESTREO:	1			
FECHA DE RECEPCION Y ANALISIS ANALISIS:	Referencia Segim Resolucion 2115/2007	16/04/2013			
Color	Indice	Acceptable			
pH	<= 15	6.85			
Turbiedad	>= 6.5 y <= 9	0.24			
Conductividad	<= 5 UNT	87			
Oloro Residual	<1000 µs/cm	0			
Alcalinidad	>= 0.3 y <= 2.0	12			
Dureza Total	<= 200 mg/l	15			
Oxigeno	<= 300 mg/l	37.72			
Sólidos Totales disueltos	<= 250 mg/l	43			
Coli Total	ppm	1			
Coli fecal	U microorganismos en 100 ml	0			
FCA por muestra	U microorganismos en 100 ml	40.27%			
% FCA PROMEDIO		40.27%			

CONCEPTO FINAL: Agua no apta para consumo humano  
 fecha de entrega resultado: 02/05/2013

*[Firma]*  
 LIBERTRAFICANTE MUÑOZ  
 QUIBICA LSP

*[Firma]*  
 FERNANDO MEZA MUÑOZ  
 BACTERIOLOGO LSP

AGUAS LA CRISTALINA S.A. S.A.  
 NIT 300.324.202-7  
 Este documento se recibe en  
 estudio no implica aceptación  
 Fecha: 09 - Mayo - 2013  
 Firma: Brenda Diaz Giamora

CLASIFICACION FCA%	Par 2115/07-Artículo 15
INVARIABLE	80.1-100
ALTO	35.1-80
MEDIO	14.1-35
BAJO	5.1-14
SIN RIESGO	0-5



Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano  
SECRETARÍA DE SALUD DEL PUTUMAYO  
LABORATORIO DEPARTAMENTAL DE SALUD PÚBLICA DEL PUTUMAYO  
IRCA por Muestra



NIT: 900324202	Persona Prostatadora: EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS AGUAS LA CRISTALINA S A ESP
----------------	---

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Muestra No: 61	Código laboratorio: 193	Contramuestra pp: No
Fecha de toma: 12/08/2015 9:30:00	Fecha de recep. laboratorio: 12/08/2015 15:10:00	Fecha análisis laboratorio: 12/08/2015 17:19:00
Muestra Tomada por: MARIO LEONEL BASANTE	Desinfectante: NO DECLARA	Coagulante: NO DECLARA
Análisis Solicitados: Adicional, Físicoquímico, Microbiológico	Resultados para: Vigilancia	Tipo de muestra: Tratada

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
Código: 477	Nombre: LABORATORIO DEPARTAMENTAL DE SALUD PÚBLICA DEL PUTUMAYO	Teléfono: 4295305
Fax: 4295305	Dirección: BARRIO JOSE MARIA HERNANDEZ	Email: ldsp.putumayo@gmail.com
Página WEB:		

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE		
Nombre: SECRETARÍA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL PUTUMAYO	Departamento: Putumayo	Municipio: Mocoa

INFORMACIÓN DEL PUNTO DE TOMA			
Departamento: Putumayo	Municipio: Villagarzón	Población: 0,00	Clase: Centro Poblado no categorizada
Lugar: INSTITUCIÓN EDUCATIVA SEÑORA DEL PILAR	Descripción: INSTITUCIÓN EDUCATIVA SEÑORA DEL PILAR	Código punto: 1229	
Dirección: BARRIO DEL PILAR	GPS:	Fonte: QUEBRADA CURUYACO	
Concertado: Si	Intradomiciliario: Si		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
Alcalinidad Total	Volumétrico	10	mg CaCO <sub>3</sub> /L	≥ 0 ≤ 200	Aceptable
Calcio	Volumétrico EDTA	2	mg Ca/L	≥ 0 ≤ 60	Aceptable
Cloro residual libre	Colorimétrico de la DPD	0	mg Cl <sub>2</sub> /L	≥ 0,3 ≤ 2	No Aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	0	UFC/100 cm <sup>3</sup>	≥ 0 ≤ 0	Aceptable
Dureza total	Volumétrico EDTA	6	mg CaCO <sub>3</sub> /L	≥ 0 ≤ 300	Aceptable
E.coli	Sustrato definido	0	UFC/100 cm <sup>3</sup>	≥ 0 ≤ 0	Aceptable
ph	Electrométrico	6,74	Unidades de PH	≥ 6,5 ≤ 9	Aceptable

\* Cuando se utilice la técnica de enzima sustrato y el resultado es <1 microorganismo / 100cm<sup>3</sup> o cuando se utilice la técnica Presencia-Ausencia y el resultado es "ausencia en 100cm<sup>3</sup>" se le asigna el valor de 0 "cero". Si se >1 o hay presencia el valor es >0

ANÁLISIS ESPECIALES

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
----------------	--------	-----------	----------	--------------------	-------------

CARACTERÍSTICAS ADICIONALES\*\*

Característica	Método	Resultado	Unidades
Olor	Comidín de migración	0	n/a
Conductividad	Electrométrico	20	u siemens/cm

\*\*IRCA sin tomar en cuenta las características adicionales no considerados en la resolución 2115 de 2007.

OBSERVACIONES: Dureza cálcica= 6mg CaCO<sub>3</sub> Dureza magnésica=0 mg/L

. Fin de Reporte

**NOTA:** Según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo: MEDIO. Presenta valores para Cloro residual libre, que la apartan de los valores aceptables desde el punto de vista Fisicoquímico según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT.

**CARACTERÍSTICAS ANALIZADOS: 9**

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA			
Características para IRCA: 7	IRCA BÁSICO: 25,21 %	IRCA ESPECIAL: 0,00 %	IRCA: 25,21 %
Nivel de riesgo: MEDIO			
		IRCA Básico: Según Cuadro 6 Art. 13 Res. 2115 de 2007 IRCA Especial: Según Parágrafo Art. 13 Res. 2115	

*[Firma]*  
Coordinador del Laboratorio

*[Firma]*  
Analista - Fisicoquímico

*[Firma]*  
Analista - Microbiológico

Impresión Reporte: 15/08/2015

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización escrita del laboratorio

Fin de Reporte

LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA DEL PUTUMAYO	Vigila. y Control en Salud Pública	REPORTE DE RESULTADOS	Versión
			Fecha de Vigencia:
			Página:

**INFORME DE ANALISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Numero Radicado Muestra	66	Municipio	Villagarzón
Solicitante	Secretaría de Salud Departamental	Fuente Abastecimiento	Charco del Indio
Acueducto	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS AGUAS LA CRISTALINA S.A.E.S.P	Objeto de Análisis	Vigilancia
Muestra Tomada Por	Fabian Delgado	Fecha Toma Muestra	03-03-2015
Punto Toma Muestra	Escuela Garzón Moreno	Fecha Recepción	03-05-2015
Hora Toma Muestra	9:30 am	Temp. Muestra al Recepcionarla	7°C
Hora Recepción Muestra	2:20 pm	Hora Análisis	2:35 pm
Fecha Análisis	03-03-2015		
Fecha Emisión Resultado	11-03-2015		

Parámetro	Resultado	Valor de Referencia (Res. 2115 de 2007)	Método de Análisis
Olor	Aceptable	Aceptable	
Sabor	Aceptable	Aceptable	
pH	7.38	6.5 - 9	
Turbiedad	1.12	0 - 2 NTU	Potenciométrica
Conductividad	19.16	≤ 1000 µs/cm	Refelométrica
Demanda Biológica de oxígeno	No determinado	%	Electrométrica
Cloro Residual Libre	1.47	0.3 - 2 mg/L	Electrométrica
Alcalinidad	8	≤ 200 mg/l	Volumétrica
Dureza Total	10.8	≤ 300 mg/l	Volumétrica
Dureza Cálcica	5.4	mg CaCO <sub>3</sub> /L	Volumétrica
Dureza Magnésica	5.4	mg/l	Volumétrica
Calcio	2.16	≤ 60 mg/L	Calculado a partir de Dureza Total y cálcica
Cloruros	No determinados	≤ 250 mg/L	Cálculo por relación con Dureza cálcica
Colif Total	5.2	0 microorganismos en 100 ml	Volumétrica
Colif fecal	<1	0 microorganismos en 100 ml	Sustrato Definido-Número Más Probable
Índice de Riesgo de la calidad de agua para consumo humano para la muestra analizada	IRCA 20.13%		Sustrato Definido-Número Más Probable
			No apta

Para mejor comprensión se anexa a continuación la tabla de clasificación de riesgo teniendo en cuenta los cálculos del Índice de Riesgo de calidad del Agua (IRCA):

CLASIFICACION IRCA%	
Res 2115/07-Artículo 15	
Inviabile	80.1-100
Alto	35.1-80
Medio	14.1-35
Bajo	5.1-14
Sin Riesgo	0-5

Concepto

Agua con Riesgo Medio, no apta para el consumo humano

Los resultados emitidos corresponden a la solicitud realizada y a la muestra identificada. No se debe reproducir parcial o total el informe de resultados sin la autorización por la coordinación del laboratorio de Salud Pública del Putumayo.

Analista Microbiológico código Numero

A-003

Analista físicoquímico Código Numero

A-005

Revisor código

C-006

FIN DE INFORME

Barría Villa Oriental calle 12 N° 8-108  
Telefax (0101) 4194205

E-mail: lisa.putumayo@gmail.com

LABORATORIO DE SALUD PUBLICA DEL FUTUMAYO	Vigilancia y Control en Salud Pública	REPORTE DE RESULTADOS	
		Version:	Fecha de Vigencia:
		Código:	Página:

INFORME DE ANALISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Numero Radicado Muestra: 173  
 Solicitante: Secretaria de Salud Departamental  
 Acueducto: EMPRESA DE SERVICIOS PUEBLOS AGUAS LA CRYSTALINA S.A ESP  
 Muestra Tomada Por: Mario Basante  
 Punto Toma Muestra: B' Las Diamantes - Cajita - Ordo externo  
 Hora Toma Muestra: 9:45 am  
 Hora Recepcion Muestra: 3:00 pm  
 Fecha Analisis: 30-07-2015  
 Fecha Emision Resultado: 05-08-2015

Municipio: Villagarzon  
 Fuente Abastecimiento: Grotas Guayas  
 Objeto de Analisis: Vigilancia  
 Fecha Toma Muestra: 30-07-2015  
 Fecha Recepcion: 30-07-2015  
 Temp. Muestra al Recepcionarla: 18°C  
 Hora Analisis: 4:15 pm

Parametro	Resultado	Valor de Referencia (Res. 2115 de 2007)	Método de Analisis
Clor	Aceptable	Aceptable	
Sabor	No determinado	Aceptable	
pH	7.58	6.5 - 8.5	
Turbiedad	No determinado	0 - 2 NTU	Potenciométrica
Conductividad	39	≤ 1000 µm/cm	Nefelométrica
Demanda Biológica de oxígeno	No determinado	%	Electrométrica
Cloro Residual Libre	2.73	0.2 - 2 mg/L	Electrométrica
Alcalinidad	13	≤ 300 mg/L	Volumétrica
Dureza Total	12	≤ 300 mg/L	Volumétrica
Dureza Cálcica	8	mg CaCO <sub>3</sub> /L	Volumétrica
Dureza Magnésica	3	mg/L	Volumétrica
Calcio	4	200 mg/L	Calculado a partir de Dureza Total y calcio
Cloruros	No determinado	≤ 250 mg/L	Calculo por relación con Dureza cálcica
Colif Total	<1	0 microorganismos en 100 ml	Volumétrica
Colif fecal	<1	0 microorganismos en 100 ml	Sustrato Definido - Número Más Probable
Índice de Riesgo de la calidad de agua para consumo humano para la muestra analizada	IRCA 25.21%		Sustrato Definido - Número Más Probable

Para mejor comprensión se anexa a continuación la tabla de clasificación de riesgo teniendo en cuenta los cálculos del Índice de Riesgo de calidad del Agua (IRCA):

CLASIFICACION IRCA	
Res 2115/07-Artículo 15	
Irruible	80-100
Alto	35-60
Medio	14-35
Bajo	5-14
Sin Riesgo	0-5

Concepto

Agua No Apta para consumo humano, presenta un nivel de riesgo IRCA, se deben disminuir la cantidades de desinfectante al agua.

Los resultados emitidos corresponden a la solicitud realizada y a la muestra identificada. No se debe reproducir parcial o total el informe de resultados sin la autorización por la coordinación del laboratorio de Salud Pública del Futumayo.

Analista Microbiológico código Numero: A-003 *[Signature]*  
 Analista fisicoquímico código Numero: A-004 *[Signature]*  
 Revisor código: A-005 *[Signature]*

FIN DE INFORME

NIT: 900324202      Persona Prestadora: EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS AGUAS LA CRISTALINA S.A ESP

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

Muestra No: 62	Código laboratorio: 189	Intramuestra pp: No
Fecha de toma: 01/09/2015 9:45:00	Fecha de recep. laboratorio: 01/09/2015 15:30:00	Fecha análisis laboratorio: 01/09/2015 18:30:00
Muestra Tomada por: MARIO LEONEL EASANTE	Desinfectante: CLORO GASEOSO	Coagulante: NO DECLARA
Análisis Solicitados: Adicional, Físicoquímico, Microbiológico	Resultados para: Vigilancia	Uso de muestra: Tratada

**INFORMACIÓN DEL LABORATORIO**

Código: 477	Nombre: LABORATORIO DEPARTAMENTAL DE SALUD PUBLICA DEL PUTUMAYO	UT	Teléfono: 4296305
Fax: 4296305	Dirección: BARRIO JOSE MARIA HERNANDEZ		Email: ldsp.putumayo@gmail.com
Página WEB:			

**INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE**

Nombre: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL PUTUMAYO	Departamento: Putumayo	Municipio: Mocoa
--	------------------------	------------------

**INFORMACIÓN DEL PUNTO DE TOMA**

Departamento: Putumayo	Municipio: Villagarzón	Población: 0,00	Clase: Cabecera Municipal
Lugar: POLIDEPORTIVO VILLA PAZ		Descripción: GRIFO EXTERNO POLIDEPORTIVO VILLA PAZ	Código punto: 1330
Dirección: BARRIO VILLA PAZ		GPS:	Fuente: QUEBRADA CUPUYACC
Concertado: SI		Int. domiciliario: No	

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
Alcalinidad Total	Volumétrico	6	mg CaCO3/L	≥ 0 ≤ 200	Aceptable
Calcio	Volumétrico EDTA	2	mg Ca/L	≥ 0 ≤ 60	Aceptable
Cloro residual libre	Colorimétrico de la DPD	0	mg Cl2/L	≥ 0,3 ≤ 2	No Aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	1299,7	UFC/100 cm3	≥ 0 ≤ 0	No Aceptable
Dureza total	Volumétrico EDTA	9	mg CaCO3/L	≥ 0 ≤ 300	Aceptable
E.coli	Sustrato definido	55,7	UFC/100 cm3	≥ 0 ≤ 0	No Aceptable
ph	Electrométrico	7,34	Unidades de PH	≥ 6,5 ≤ 9	Aceptable

\* Cuando se utilice la técnica de enzima sustrato y el resultado es <1 microorganismo / 100cm3\* o cuando se utilice la técnica Presencia-Ausencia y el resultado es "ausencia en 100cm3" se le asigna el valor de 0 "cero". Si se >1 o hay presencia el valor es >0

**ANÁLISIS ESPECIALES**

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
----------------	--------	-----------	----------	--------------------	-------------

**CARACTERÍSTICAS ADICIONALES\*\***

Característica	Método	Resultado	Unidades
Olor	Comidín de migración	0	n/a
Conductividad	Electrométrico	19	u siemens/cm

\*\*IRCA sin tomar en cuenta las características adicionales no considerados en la resolución 2115 de 2007.

**OBSERVACIONES:** Dureza cálcica= 5 mg CaCo3/L. Dureza magnésica= 4 mg/L.

Fin de Reporte

12  
2015



Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano  
**SECRETARIA DE SALUD DEL PUTUMAYO**  
**LABORATORIO DEPARTAMENTAL DE SALUD PUBLICA DEL PUT**  
**IRCA por Muestra**



**NOTA:** Según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo: **INVIABLE SANITARIAMENTE**. Presenta valores para Cloro residual libre, Coliformes totales, E.coli, que la apartan de los valores aceptables desde el punto de vista Fisicoquímico y Microbiológico según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT.

**CARACTERÍSTICAS ANALIZADOS: 9**

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA			
Características para IRCA: 7	IRCA BÁSICO: 92,43 %	IRCA ESPECIAL: 0,00 %	IRCA: 92,43 %
Nivel de riesgo: <b>INVIABLE SANITARIAMENTE</b>			
		IRCA Básico: Según Cuadro 6 Art. 13 Res. 2115 de 2007 IRCA Especial: Según Parágrafo Art. 13 Res. 2115	

*[Signature]*  
Coordinador del Laboratorio


*[Signature]*  
Analista - Fisicoquímico

*[Signature]*  
Analista - Microbiológico

Impresión Reporte: 08/03/2015

Prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la autorización escrita del laboratorio

Fin de Reporte

	FORMULARIO DE REPORTE DE LABORATORIO	LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS CORPORATIVA - L.A.A.C	
		Calle	Fecha

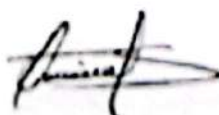
**INFORME N°510**

Muestra N° 01	Código: 20160727FQ1	Fecha de Informe: 27/07/2016
Fecha de toma: 07/10/2016		
Solicitante: GINNA CORREA-JESICA CAICEDO		
Departamento: Puumayo		Teléfono: 3213505555 - 3213152651
Municipio: Villagarzón		
Corregimiento:		
Punto de toma MUESTRA 1		
Origen:		Lugar: ENTRADA PTAP
Coordenadas: E=1051784, N=606516		Hora: 11:05 AM
Responsable: GINNA CORREA-JESICA CAICEDO		
Análisis Físico químico	Tipo sistema	Observación
	Bloccida	Condiciones climáticas:


**RESULTADO**

CÓDIGO	MÉTODO	TÉCNICA	PARÁMETRO	UNIDADES DE MEDIDA	RESULTADO
001	2120-C	COLORIMÉTRICA	COLOR APARENTE	UPC HANZEN	19.2
002	4500-H	ELECTROMÉTRICA	PH	ph	7.02
003	2510-B	POTENCIOMÉTRICA	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	28.0
004	2130-B	NEFELOMÉTRICA	TURBIEDAD	NTU	4.17
006	2340-C	TITULACIÓN EDTA	DUREZA CA	mg (CaCO <sub>3</sub> )/L	24.0
007	HIERRO (II)	FOTOMÉTRICA	HIERRO	mg Fe/L	1.12
010	2,6 dimetilfenol 14563	FOTOMÉTRICA	NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /L	2.01
011	2320-B	TITULOMÉTRICA	ALCALINIDAD	mg CaCO <sub>3</sub> /L	16.0
014	APHA	PRUEBA A LOS 5 DÍAS	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO <sub>5</sub>	mg/L	3.10
017	2540-F	SEDIMENTACIÓN	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.2
024	DPD	FOTOMÉTRICA	COLOR LIBRE	mg Cl <sub>2</sub> /L	0.00
025	Mercurio (II) Tiodianato	FOTOMÉTRICA	CLORUROS	mg/L	2.00
026	219222-B	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	COLIFORMES FECALES	UFC/100mL	>100
027	219222-B	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	COLIFORMES TOTALES	UFC/100mL	>1100

Consultar la norma para verificar los límites permisibles



EDWIN GIRALDO SÁNCHEZ TISOY  
Ingeniero Químico  
TP: 14050

	FORMULARIO DE REPORTE DE LABORATORIO	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS CORPORACIÓN - L.A.A.C	
		Código	Página

**INFORME N°511**

Muestra N° 02	Código: 20160727FQ2	Fecha de Informe: 27/07/2016
Fecha de toma: 07/10/2016		
Solicitante: GINNA CORREA-JESICA CAICEDO		Teléfono: 3213505655 - 3213152651
Departamento: Putumayo	Municipio: Villagarzón	Corregimiento:
Punto de toma: MUESTRA 2		Lugar: SALDA PTAP
Origen:		Hora: 11:15 AM
Coordenadas: E=1051052 - N=606570		Responsable: GINNA CORREA-JESICA CAICEDO
Análisis Físico químico	Tipo sistema	Biodida
		Observación Condiciones climáticas:


**RESULTADO**

CODIGO	METODO	TÉCNICA	PARAMETRO	UNIDADES DE MEDIDA	RESULTADO
001	2120-C	COLORIMÉTRICA	COLOR APARENTE	UPC HANZEN	12.1
002	4500-H	ELECTROMÉTRICA	PH	ph	6.96
003	2510-B	POTENCIOMÉTRICA	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	22.0
004	2130-B	NEFELOMÉTRICA	TURBIDIDAD	NTU	1.56
005	2340-C	TITULACIÓN EDTA	DUREZA CA	mg (CaCO <sub>3</sub> )/L	20.0
007	HIERRO (II)	FOTOMÉTRICA	HIERRO	mg Fe/L	0.76
010	2,6 dimetilfenol 14563	FOTOMÉTRICA	NITRATOS	mgNO <sub>3</sub> /L	0.97
011	2320-B	TITULOMÉTRICA	ALCALINIDAD	mg CaCO <sub>3</sub> /L	18.0
014	APHA	PRUEBA A LOS 5 DÍAS	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO DBO <sub>5</sub>	mg/L	<0.5
017	2540-F	SEDIMENTACIÓN	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	<0.1
024	DPD	FOTOMÉTRICA	CLORO LIBRE	mg Cl <sub>2</sub> /L	0.45
025	Mercurio (II) Tiodianato	FOTOMÉTRICA	CLORUROS	mg/L	1.00
026	219222-5	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	COLIFORMES FECALES	UFC/100mL	>100
027	219222-5	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	COLIFORMES TOTALES	UFC/100mL	>500

Consultar la norma para verificar los límites permisibles



EDWIN GIRALDO SÁNCHEZ TISOY  
Ingeniero Químico  
TP: 14050

	FORMULARIO DE REPORTE DE LABORATORIO	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS CORPORACIÓN - L.A.A.C	
		Código	Página

Muestra N° 03	Código: 20160727FG3	INFORME N°512	
Fecha de toma: 07/10/2016		Fecha de Informe: 27/07/2016	
Solicitante: GINNA CORREA-JESICA CAicedo			Teléfono: 3213509555 - 3213152651
Departamento: Putumayo	Municipio: Villagarzón		
Punto de toma MUESTRA 3		Corregimiento:	
Origen:	Lugar: BARRIO CRISTO REY		
Coordenadas: 1°1'22.743"N - 76°37'17.585"W	Hora: 12:15 PM		
Analisis	Tipo sistema	Biocida	Responsable: GINNA CORREA-JESICA CAicedo
Físico químico			Observación
			Condiciones climáticas:

**RESULTADO**

CODIGO	METODO	TECNICA	PARAMETRO	UNIDADES DE MEDIDA	RESULTADO
001	2120-C	COLORIMÉTRICA	COLOR APARENTE	UPC HANZEN	14.1
002	4500-H	ELECTROMÉTRICA	PH	ph	6.56
003	2510-B	POTENCIOMÉTRICA	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	26.0
004	2130-B	NEFELOMÉTRICA	TURBIEDAD	NTU	2.02
005	2340-C	TITULACIÓN EDTA	DUREZA CA	mg (CaCO <sub>3</sub> )/L	20.0
007	HIERRO (II)	FOTOMÉTRICA	HIERRO	mg Fe/L	1.07
010	2,6 dimetilfenol 14563	FOTOMÉTRICA	NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /L	1.01
011	2320-B	TITULOMÉTRICA	ALCALINIDAD	mg CaCO <sub>3</sub> /L	16.0
014	APHA	PRUEBA A LOS 5 DÍAS	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO DBO <sub>5</sub>	mg/L	0.56
017	2540-F	SEDIMENTACIÓN	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	0.1
024	DPD	FOTOMÉTRICA	CLORO LIBRE	mg Cl <sub>2</sub> /L	0.25
025	Mercurio (II) Tiodianato	FOTOMÉTRICA	CLORUROS	mg/L	1.00
026	219222-B	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	COLIFORMES FECALES	UFC/100mL	>100
027	219222-B	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	COLIFORMES TOTALES	UFC/100mL	>800

Consultar la norma para verificar los límites permisibles



EDWIN GIRALDO SÁNCHEZ TISOY  
Ingeniero Químico  
TP. 14050