

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

### **PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

#### **TESIS:**

**RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL PARA  
EL CONSUMO HUMANO Y LAS ENFERMEDADES BACTERIANAS  
INTESTINALES EN LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LA COIPA,  
PROVINCIA SAN IGNACIO - CAJAMARCA 2020**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

Presentada por:

**Bachiller: SINTIA PAMELA CARHUATOCTO VÍLCHEZ**

Asesora:

**Dra. CONSUELO BELANIA PLASENCIA ALVARADO**

Cajamarca – Perú

2022

COPYRIGHT © 2022 BY  
**SINTIA PAMELA CARHUATOCTO VÍLCHEZ**  
Todos los derechos reservados

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

### **PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

#### **TESIS APROBADA:**

**RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL PARA  
EL CONSUMO HUMANO Y LAS ENFERMEDADES BACTERIANAS  
INTESTINALES EN LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LA COIPA,  
PROVINCIA SAN IGNACIO - CAJAMARCA 2020**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

Presentada por:

**Bachiller: SINTIA PAMELA CARHUATOCTO VÍLCHEZ**

#### **JURADO EVALUADOR**

Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado  
Asesor

Dr. Marcial Mendo Velásquez  
Jurado Evaluador

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia  
Jurado Evaluador

M.Sc. Jimy Frank Oblitas Cruz  
Jurado Evaluador

**Cajamarca – Perú**

**2022**



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 090-2018-SUNEDU/CD  
**Escuela de Posgrado**  
CAJAMARCA - PERU



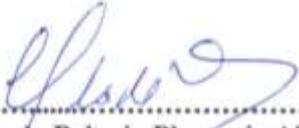
**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 11:30 horas, del día 22 de abril de dos mil veintidós, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. MARCIAL MENDO VELÁSQUEZ**, **Dr. EDÍN EDGARDO ALVA PLASENCIA**, **M.Cs. JIMY FRANK OBLITAS CRUZ**, y en calidad de Asesora la **Dra. CONSUELO BELANIA PLASENCIA ALVARADO**, Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada "RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO Y LAS ENFERMEDADES BACTERIANAS INTESTINALES EN LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE LA COIPA, PROVINCIA SAN IGNACIO-CAJAMARCA 2020.", presentada por la **Bach. en Ciencias Forestales, SINTIA PAMELA CARHUATOCTO VÍLCHEZ**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBADA con la calificación de DI. C. I. S. E. I. S. (16) BUENO la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bach. En Ciencias Forestales, SINTIA PAMELA CARHUATOCTO VÍLCHEZ**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en Gestión Ambiental.

Siendo las 12:40 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

  
.....  
**Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado**  
Asesora

  
.....  
**Dr. Marcial Mendo Velásquez**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**Dr. Edín Edgardo Alva Plasencia**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**M.Cs. Jimmy Frank Oblitas Cruz**  
Jurado Evaluador

**A:**

Agradezco al ser supremo por esta investigación, quien me guía, me protege y me impulsa a seguir adelante. A la Universidad Nacional de Cajamarca, por darme la oportunidad de formarme en sus aulas y así asimilar los conocimientos para mi formación académica y profesional que me servirá para poder desenvolverme plenamente en el campo de mi carrera y en la sociedad que espera de mí. Agradezco a todos los profesores de la escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, que con mucho esfuerzo llegaron a las aulas de la filial Jaén, para formar Maestros en Gestión Ambiental, asimismo agradecer infinitamente a mi asesora la Dr. Consuelo Plasencia Alvarado por el tiempo dedicado al desarrollo de esta tesis, ya que sin su invaluable aporte y experiencia esta investigación no hubiera sido posible.

## **DEDICATORIA:**

- A DIOS                      Por haberme permitido vivir todo este tiempo e iluminar mi mente para alcanzar este triunfo.
- A MI PADRE                Que está en el cielo Don Efraín Carhuatocto Peña.
- A MI MADRE                Eusevia Vílchez Cruz. Por todo el apoyo que me ha brindado en los momentos más difíciles, lo que me ha dado fuerzas para continuar en la lucha. Madre recibe este triunfo como muestra de mi agradecimiento.
- A MI ESPOSO              Omar Jiménez Cerros. Por el amor, cariño y apoyo brindado en todo momento, porque a pesar de que el camino fue largo y duro me has dado fuerza para lograr mi objetivo, siempre estuviste a mi lado.
- A MI HIJO                   Steven Jiménez Carhuatocto. Por iluminarme con paz, ternura, sonrisas y ser el motor que me impulse día a día.
- A MIS HERMANOS        Jhoiny Carhuatocto Vílchez y Ivan Carhuatocto Vílchez por su valiosa ayuda en los momentos que más los necesite.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE ABREVIACIONES.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Antecedentes .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Bases teóricas .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.1. Calidad del agua .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.2. Agua potable .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.3. Límite máximo permisible (LMP) .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.4. Estándar de calidad ambiental para agua (ECA) .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.5. Agua superficial .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.6. Parámetros de control obligatorio .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.7. Parámetros microbiológicos .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.8. Parámetros organolépticos .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.9. Enfermedades transmitidas por el agua.....</b>	<b>16</b>

<b>2.3. Definición de términos básicos .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>24</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1. Localización del estudio .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2. Materiales.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.1. Campo: .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2. Laboratorio: .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.3. Gabinete .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3. Metodología .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.1. Fase de campo .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.2. Fase de laboratorio .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.3. Fase de gabinete.....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>33</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1. Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2. Resultados de enfermedades gastrointestinales según el resultado del centro de salud la Coipa .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3 Relación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua superficial para consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa .....</b>	<b>46</b>
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>57</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1. Conclusiones .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Recomendaciones .....</b>	<b>58</b>

<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Límites máximos permisibles para parámetros y otros organismos</i>	15
Tabla 2. <i>Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica</i>	16
Tabla 3. <i>Principales enfermedades transmitidas por el agua</i>	18
Tabla 4. <i>Georreferenciación de los puntos de muestreo</i>	27
Tabla 5. <i>Muestreo en dos periodos estacionales (lluvioso y estiaje) para los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos</i>	28
Tabla 6. <i>Parámetros fisicoquímicos evaluados para la investigación</i>	31
Tabla 7. <i>Parámetros microbiológicos evaluados para la investigación</i>	32
Tabla 8. <i>Comparación de los resultados de los análisis fisicoquímicos – bacteriológicos con los estándares de calidad ambiental en época lluviosa</i>	33
Tabla 9. <i>Comparación con los resultados de los análisis fisicoquímico-bacteriológico con los límites máximos permisibles en época lluviosa.</i>	35
Tabla 10. <i>Comparación de los resultados de los análisis fisicoquímico - bacteriológico con los estándares de calidad ambiental en época de estiaje.</i>	38
Tabla 11. <i>Comparación de los resultados de los análisis fisicoquímico-bacteriológico con los límites máximos permisibles en época de estiaje.</i>	41
Tabla 12. <i>Número de casos registrados por año en el centro de Salud La Coipa de enfermedades gastrointestinales.</i>	44
Tabla 13. <i>Incremento anual de las enfermedades gastrointestinales</i>	45
Tabla 14. <i>Relación del pH del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca</i>	46

Tabla 15.	<i>Relación de la turbidez del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca</i>	47
Tabla 16.	<i>Relación de la temperatura del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca</i>	48
Tabla 17.	<i>Relación del oxígeno disuelto del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca</i>	49
Tabla 18.	<i>Relación de la conductividad eléctrica del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca</i>	50
Tabla 19.	<i>Relación del color del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio, Cajamarca</i>	51
Tabla 20.	<i>Relación de los coliformes totales del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio, Cajamarca</i>	52
Tabla 21.	<i>Relación de los coliformes termotolerantes del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio, Cajamarca</i>	53
Tabla 22.	<i>Relación de los parámetros evaluados del agua superficial para el consumo humano VS enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.</i>	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Área de ubicación de la captación y planta de tratamiento “Los Ángeles”, distrito La Coipa, provincia San Ignacio, Cajamarca.</i>	25
Figura 2. <i>Muestreo en la planta de tratamiento “Los Ángeles”</i>	28
Figura 3. <i>Embalaje de las muestras de agua para ser trasladadas al Laboratorio Regional del Agua.</i>	30
Figura 4. <i>Comparación de los resultados de los análisis fisicoquímico – bacteriológico con los estándares de calidad ambiental en época lluviosa.</i>	34
Figura 5. <i>Comparación de los resultados del análisis fisicoquímico–con los límites máximos permisibles en época lluviosa.</i>	36
Figura 6. <i>Comparación de los resultados de los análisis fisicoquímico – bacteriológico con los estándares de calidad ambiental en época de estiaje.</i>	39
Figura 7. <i>Comparación de los resultados de los análisis fisicoquímico – bacteriológico con los límites máximos permisibles en época de estiaje.</i>	42
Figura 8. <i>Captación Quebrada Unión Bajo</i>	70
Figura 9. <i>Etiquetando los frascos para la toma de muestras-Captación</i>	70
Figura 10. <i>Tomando la muestra de parámetros fisicoquímicos- (Captación)</i>	71
Figura 11. <i>Muestreo para parámetros bacteriológicos (Captación)</i>	71
Figura 12. <i>Planta de tratamiento Los Ángeles- distrito La Coipa</i>	72
Figura 13. <i>Tomando la muestra de parámetros fisicoquímicos- (Planta de tratamiento)</i>	72
Figura 14. <i>Muestreo para parámetros fisicoquímicos (Planta de tratamiento)</i>	73
Figura 15. <i>Embalaje de las muestras de agua para ser trasladadas al Laboratorio Regional del Agua</i>	73

## ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Panel fotográfico	64
Anexo B. Informe de análisis de muestra de agua en época lluviosa y estiaje	70

## **LISTA DE ABREVIACIONES**

LMC: Límites máximos permisibles

ECA: Estandar de calidad ambiental

UCV: Unidades de color verdadero

NTU: Unidades Nefelométricas de turbiedad

JAA: Junta administradora de agua y saneamiento

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la relación entre la calidad del agua superficial para consumo humano y las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio, Cajamarca, teniendo en cuenta diez parámetros fisicoquímicos, color, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, pH, turbidez, sulfatos, cloruros, coliformes totales y coliformes termotolerantes presentes en el agua, se midió en dos puntos representativos: en la captación (P1) y planta de tratamiento (P2) en dos periodos en febrero (lluvioso) y Junio (estiaje). La toma de las muestras se realizó siguiendo el protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R J N.º 010-2016-ANA). El análisis de los ensayos fisicoquímicos-bacteriológicos se realizaron en el Laboratorio Regional del Agua Cajamarca, y se complementaron mediante informes de las enfermedades bacterianas intestinales brindado por el personal de salud de la Micro Red La Coipa. Los resultados se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental ECA-DS N°004-2017-MINAM en la captación y en la planta de tratamiento con los Límites Máximos LMP N° 031-2010-SA, llegando a la conclusión que los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicas del agua de consumo sobrepasan los límites máximos permisibles y que el incremento anual de enfermedades hídricas es de 837%, esto nos permiten concluir que la población de la localidad en estudio consume agua no apta para consumohumano.

**Palabras claves:** Parámetros físicos, químicos y enfermedades bacterianas.

## ABSTRACT

The objective of this work is to determine the relationship between the quality of surface water for human consumption and intestinal bacterial diseases in the population of La Coipa district, San Ignacio province, Cajamarca, taking into account ten physicochemical parameters, color, temperature, dissolved oxygen, conductivity, pH, turbidity, sulfates, chlorides, total coliforms and thermotolerant coliforms present in the water, were measured at two representative points: at the catchment (P1) and treatment plant (P2) in two periods in February (rainy) and June (dry season). The sampling was carried out following the National protocol for monitoring the Quality of Surface Water Resources (R J No. 010-2016-ANA). The analysis of the physicochemical-bacteriological tests were carried out in the Cajamarca Regional Water Laboratory, complemented by reports of intestinal bacterial diseases provided by the health personnel of the Micro Red La Coipa. The results were compared with the Environmental Quality Standards ECA-DS N°004-2017-MINAM in the catchment and in the treatment plant with the Maximum Limits LMP N° 031-2010-SA, reaching the conclusion that the physicochemical and bacteriological parameters of the water consumption exceed the maximum permissible limits and that the annual increase in water diseases is 837%, this allows us to conclude that the population of the locality under study consumes water that is not suitable for human consumption.

**Keywords:** Chemical, bacterial physical and bacterial diseases.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La calidad del agua para consumo humano es un factor determinante en las condiciones de la salud de las poblaciones, sus características pueden favorecer tanto la prevención como la transmisión de agentes que causan enfermedades, tales como: Enfermedades diarreicas, hepatitis A, polio y parasitosis por protozoarios y helmintos; entre estas, amebiasis, giardiasis, criptosporidiosis y helmintiasis. (Karol et al., 2012)

En el mundo las diarreas son la tercera causa de muerte entre menores de cinco años y más de 340 000 niños menores de cinco años, mueren por enfermedades diarreicas. (Sánchez, 2018, pp. 309-316)

Estudios realizados por Rojas (2002) manifiesta que: La vigilancia y el control de la calidad microbiológica del agua para consumo humano deben ser actividades rutinarias y de primordial importancia, pues se reconoce que los mayores riesgos de enfermedades causadas por microorganismos patógenos están relacionados con la ingestión de agua contaminada con heces humanas o de animales. Estos agentes patógenos muchas veces superan las barreras de protección de la fuente, los sistemas de tratamiento y la distribución o proliferan dentro de los sistemas de distribución, por lo que se hace necesario que las medidas de control sean eficaces.

La ciudad de la Coipa cuenta con una población actual de 2,323 habitantes, en la actualidad se viene abasteciendo de agua de la quebrada llamada Unión Bajo, ubicado en el caserío la Unión, la captación fue construida en el año 1993, cuentan con una planta de tratamiento de agua para consumo humano, el que hasta la fecha no realizan un manejo, mantenimiento y/o desinfección, ni cloración, por lo cual es incierto la calidad de agua, lo que puede contribuir a transmitir gran cantidad de agentes y/o

vectores que causarían enfermedades diarreicas agudas especialmente en los niños menores de 5 años, que la OMS considera población vulnerable.

Siendo esta situación, la que generó el problema principal para la investigación, por otra parte, la Junta Administradora de Agua y Saneamiento (JASS) no registra información documentada acerca de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de esta captación, por lo tanto, se hizo necesario la realización de este estudio con el fin de evaluar la calidad de estos posibles contaminantes y las enfermedades bacterianas intestinales ocasionadas por esta agua.

Bajo este contexto se hizo el presente estudio a fin de responder a las preguntas ¿Cuál es la relación entre la calidad del agua superficial para consumo humano y las enfermedades bacterianas intestinales? ¿Determinar la concentración de los parámetros bacterianos del agua superficial para el consumo humano? ¿Evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial para el consumo humano? ¿Identificar las enfermedades bacterianas intestinales del agua de consumo humano?; por lo que nuestra hipótesis es: La relación entre la calidad del agua superficial para el consumo humano según DS N° 004-2017-MINAM estándares de calidad ambiental y DS N° 031-2010-SA límites máximos permisibles, excedieron los valores establecidos en los reglamentos, por lo tanto, los cuales determinaron agua de mala calidad.

Los objetivos que se plantearon en la investigación fueron: Determinar la relación entre la calidad del agua superficial para consumo humano y las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca; específicos: Determinar la concentración de los parámetros bacterianos del agua superficial para consumo humano, evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos e identificar las enfermedades bacterianas intestinales del agua de consumo humano.

El presente estudio realizó el trabajo de campo que consistió en la ubicación de los puntos de muestreo y se codificó como la captación (P 1) y planta de tratamiento (P 2), las muestras de agua para analizar parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se tomaron en la captación (P-1) y planta de tratamiento (P-2), para parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se recopiló 1000 mL y 250 mL respectivamente durante dos periodos estacionales de muestreo: lluvioso (febrero 2021) y estiaje (junio 2021), la toma de las muestras se realizó siguiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado según Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA; el cual indica los procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo, los ensayos fisicoquímicos y bacteriológicos se realizaron en el Laboratorio Regional del agua Cajamarca, asimismo se utilizó un método estadístico, la correlación de Pearson para determinar la relación de parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos con las enfermedades bacterianas intestinales.

Los resultados de esta investigación servirán de referente teórico para la realización de futuros estudios o investigaciones similares; pues no cuentan con estudios de esta índole, lo que beneficia a la población del distrito La Coipa, evitando mayores riesgos en la salud, asimismo puede servir para la toma de decisiones de las autoridades competentes en cuanto a la calidad del agua que se brinda.

En el primer capítulo se enuncia el problema de investigación, los objetivos que persiguen, la hipótesis, el procedimiento general de la investigación. En el Segundo Capítulo se presenta el marco teórico, que sustenta la investigación como los antecedentes de trabajos similares, luego en el Tercer Capítulo se presenta los materiales y métodos usados en la investigación, en el Cuarto Capítulo se presenta los resultados y discusión donde se analizan de acuerdo a los objetivos del presente trabajo

, así como se realizó el procesamiento de los datos; en el quinto Capítulo se aborda las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron en la investigación, luego las referencias bibliográficas y finalmente los anexos donde se encuentran los datos más importantes de la investigación.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes Internacionales

En la investigación sobre, la evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de abastecimiento para consumo humano de la comunidad de Jaraquiel, Córdoba, durante su evaluación fisicoquímica y microbiológica realizada a la bocatoma y entrada al acueducto, se observó que los parámetros de pH, conductividad, sulfatos, dureza total, cloruros, alcalinidad, aluminio, nitritos y fosfatos cumplen con los valores establecidos

en el decreto 1594:1984 lo que indica que se encontró en condiciones óptimas para ser captada y solo se realizará tratamiento convencional. (Galeano et al., 2018)

En cambio, en la investigación sobre caracterización por métodos fisicoquímicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera, Provincia de Santiago de Cuba. Durante su evaluación demostraron que estas aguas tanto los parámetros fisicoquímicos como bacteriológicos sobrepasaron los límites de las normas, considerándose no aptas para ser utilizadas como agua potable ni para riego, además se detectó nitrato, nitrito, amonio entre otros. (Chibinda et al., 2017) Sin embargo, en la investigación sobre la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo diez muestras de distintas fuentes de abasto fueron analizadas desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico y se utilizó el método estándar, cuyos resultados fueron comparados con los valores establecidos como aceptables por las normas sanitarias venezolanas para la calidad del agua potable y los catálogos de calidad de agua emitidos por la Organización Mundial de la Salud. Se concluye que el agua de la tubería de aducción requiere de un tratamiento

convencional completo para su purificación, mientras que el agua de los pozos requiere un tratamiento de desalinización. (Bracho y Fernández, 2017, pp. 341-352)

Por otra parte, en el estudio sobre, la calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador evaluó parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua en nueve estaciones de bombeo del EPMAPAQ, en época lluviosa y seca, los parámetros: nitritos, nitratos, turbidez, sólidos disueltos totales, pH, dureza total, color y hierro, se encuentran en el rango de aceptabilidad de calidad ambiental. Los valores, manganeso y oxígeno disuelto sobrepasan los límites máximos permisibles por el TULSMA, al igual que los coliformes fecales, en época lluviosa. La mayoría de los parámetros presentaron diferencias significativas (“t” al 5%) entre las dos épocas. El agua del Cantón Quevedo está levemente contaminada y requiere un tratamiento de potabilización previo a su consumo. (Baque et al., 2016)

Asimismo, Mayorga y Mayorga (2015) realizaron, la caracterización del agua de consumo en el Sector Santa Rosa – La Hechicera (Mérida, Venezuela). Durante su evaluación de los parámetros físicoquímicos y bacteriológicos demostraron que el agua no cumplió con las normas superando los límites, por lo tanto, no es segura para el consumo humano, ya que se detectó coliformes. Se sugirió un tratamiento que incluya filtración y cloración, y la realización de exámenes periódicos de la calidad del agua. (p. 106-112)

Chaán y Peña (2014) indican que, la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Iacán, Guatemala, se efectuaron 11 muestreos de agua en cada punto con una frecuencia mensual, con excepción del mes de agosto de 2012. Las variables medibles fueron: Nitratos, nitritos, sulfatos, hierro, cloro, manganeso y dureza total, también se analizaron los parámetros microbiológicos principalmente de coliformes totales y fecales. Se usó como índice de contaminación

el promedio de los cocientes entre el valor observado y su respectivo límite máximo permitido. En los tres ríos existen aportes estadísticamente significativos de contaminantes químicos y coliformes totales y fecales. (p. 19-23)

### **Nacionales**

Por otro lado, en la investigación, calidad del agua de consumo humano del Anexo La Asunción (José Sabogal-San Marcos-Cajamarca) influenciada por la planta de tratamiento de aguas servidas del centro urbano Vencí, utilizó el método de ensayo de acuerdo a los lineamientos del Protocolo de Monitoreo de Aguas de la DIGESA: los resultados los compararon con los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para consumo humano, según D. S-N° 031-2010- SA DIGESA, obteniéndose temperaturas que oscilaron de 13,1 °C a 14,4 °C; turbidez de 0,05 a 1,11 UNT; sólidos disueltos totales de 296 a 369 mg/L; color < LCM; pH de 6,95 a 7,90; cloruros de 1,95 a 7,15 mg/L; fluoruros de 0,090 a 0,216 mg/L; fosfatos < LCM; nitritos de 0,99 a 11,75 mg/L; nitritos < LCM; sulfatos de 1,33 a 100,30 mg/L; coliformes totales de 1,0 a 5400 NMP/100mL y coliformes fecales de 1,0 a 170 NMP/100 mL; concluyendo que la calidad fisicoquímica del agua de consumo humano del Anexo La Asunción no exceden los límites máximos permisibles de calidad de agua; mientras que en la calidad bacteriológica los exceden, por lo tanto, la calidad del agua del mencionado anexo, en función a los resultados obtenidos no es apta para consumo humano. (Suárez, 2019, pp. 59-83)

Brousett et al. (2018) manifiestan que, la evaluación fisicoquímica y Microbiológica de agua para Consumo Humano Puno-Perú, los parámetros evaluados fueron: pH, conductividad, turbidez, dureza, sólidos disueltos, sulfatos, cloruros y coliformes totales; asimismo 23 metales recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los parámetros físicos, químicos se encuentran dentro del rango aceptable, a

excepción del Aluminio para agua superficial que sobrepasa en 0,065 mg/L y para el caso de las aguas subterráneas fue excedido el boro con 0,025 mg/L, asimismo se evidenció valores elevados de coliformes totales en épocas de lluvia, llegando a 11 866,6 UFC/100 ml ( $\pm 813,5$ ) como valor máximo. El agua que abastece al poblado de Chullunquiani no cumple con las normativas microbiológicas, por lo que requiere implementar un programa de monitoreo. (p. 47-68)

Asimismo, Medina (2017) en la investigación cuyo objetivo fue determinar la calidad del agua, en función a la turbidez y coliformes, en la planta de tratamiento de agua La Quesera, Sucre, Celendín, durante el año 2016-2017; el análisis de las muestras se hizo en el Laboratorio Regional del Agua, utilizando los métodos de ensayo SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 22<sup>nd</sup> Ed. 2012: Turbidity. Nephelometric Method para la turbidez y los métodos de ensayo SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 22<sup>nd</sup> Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure para coliforms. Los resultados promedio se compararon con los estándares nacionales de calidad ambiental ECA-DS N° 004-2017-MINAM a la entrada y salida de la planta y en los otros puntos con los límites máximos permisibles según el DS N° 031-2010-SA DIGESA, obteniéndose en el ingreso a la planta 106,86 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes y 4,58 de UNT, a la salida de la planta 6,74 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes y 0,93 UNT, en el tercer punto luego del proceso de cloración 2,07 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes y 0,39 UNT, a la llegada al reservorio se registró 2,98 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes y 0,65 UNT. La calidad del agua en los dos parámetros evaluados cumple con las normas peruanas, anteriormente citadas. (p. 80-96)

Flores (2016) manifiesta que, la evaluación fisicoquímica y bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano con y sin ebullición de zonas aledañas a la Universidad

Nacional de Cajamarca, los resultados obtenidos después de la evaluación fisicoquímica y bacteriológica, indicaron que en el caso de las muestras de aguas sin ebullición de la zona de Ajoscancha Baja, los coliformes totales en marzo, el hierro y los nitratos en diciembre y los fosfatos en los meses de muestreo superaron los Estándar de Calidad Ambiental; mientras que en la zona San Martín solo los nitratos en diciembre y los fosfatos en los meses de muestreo superaron los Estándar de Calidad Ambiental para el caso de las muestras de aguas con ebullición, tanto en la zona de Ajoscancha Baja y San Martín, los fosfatos en marzo y junio, los nitratos en los meses de muestreo y el hierro en diciembre superaron los Estándar de Calidad Ambiental. Asimismo, según la OMS las aguas subterráneas de ambas zonas, con y sin ebullición, son aguas muy duras, esto hace que el consumo de dichas aguas constituya un factor de riesgo para los consumidores de estas aguas; y, según la evaluación, las aguas subterráneas de ambas zonas, se encuentran dentro de las subcategorías A 2 y A 3 de los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua. (p. 83-90)

Cerdeña et al. (2014) señalaron que, la contaminación de las aguas del río Itaya por las actividades portuarias en el Puerto Masusa, Iquitos, Perú, utilizaron el diseño preexperimental. Encontraron que existen diferencias significativas en los indicadores: pH, aceites y grasas, DBO<sub>5</sub>, DQO; y presencia de coliformes totales, coliformes termorreguladores y *Escherichia coli*. Se concluye que existe altas concentraciones de aceites y grasas en el puerto (63,45 mg/L) en comparación con el río Amazonas (10 mg/L). El pH del agua del puerto (5,42) es ligeramente mayor al del río Amazonas (6,93). Los resultados muestran que el DQO del puerto Masusa (187 mg/L) es mayor a la DQO en el río Amazonas (50 mg/L). Las altas concentraciones de DBO<sub>5</sub> en las aguas del puerto (87,5 MgO<sub>2</sub>) con respecto a las del río Amazonas (25 MgO<sub>2</sub>), nos permiten indicar que hay contaminación orgánica. Dichos contaminantes se dan especialmente por

desechos fecales vertidos directamente a las aguas. (p. 100-105)

## **Locales**

En la investigación, las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua superficial del bosque de Chinchiquilla, Nueva Libertad, Chirinos, Cajamarca. Se empleó los métodos de foto colorimetría, instrumentación, electroquímico y volumetría en los respectivos análisis. Para los parámetros microbiológicos se empleó la técnica del número más probable. Todas las muestras cumplieron con el valor mínimo permisible para las determinaciones fisicoquímicas, mas no para las determinaciones microbiológicas. (Quiñones et al., 2016)

Por otra parte, en el estudio, sobre contaminación por vertimiento de aguas residuales en el agua de consumo de la población del centro poblado Churuyacu, San Ignacio; realizo el muestreo en tres puntos representativos: en la zona del vertimiento (río Tabaconas), en la captación (orillas del río Tabaconas) y en la de consumo (viviendas), el análisis de dichas muestras, lo hizo en el Laboratorio Referencial de la DISA Jaén. Los resultados determinaron que las características del agua de consumo sobrepasan los límites máximos permisibles y que el incremento anual de enfermedades hídricas es de 6.99%, lo que permiten concluir que la población consume agua no apta para consumo humano. (Torres, 2016, pp. 38-40)

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Calidad del agua**

La calidad del agua para consumo humano es un factor determinante en las condiciones de la salud de las poblaciones, sus características pueden favorecer tanto la prevención como la transmisión de agentes que causan enfermedades, tales como: Enfermedades diarreicas, hepatitis A, polio y parasitosis por protozoarios y helmintos; entre

estas, amebiasis, giardiasis, criptosporidiosis y helmintiasis. La diferencia entre prevenir o transmitir este tipo de enfermedades de origen hídrico depende de varios factores, los principales son: la calidad y la continuidad del servicio de suministro de agua. (Karol et al., 2012)

La calidad del agua de consumo humano se ha asociado con diversas enfermedades. Un gran número de enfermedades infecciosas y parasitarias en el mundo, se debe a la falta de acceso adecuado a fuentes de agua y a condiciones de saneamiento, y la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 2,9 millones de personas mueren cada año por estas causas. Los menores de edad son el grupo de edad más afectado, ya que 90 % de las muertes ocurre en niños menores de cinco años, casi siempre residentes en países en desarrollo. (Guzmán et al., 2012)

El agua para consumo humano ha sido definida en las guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), como aquella “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”. Las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, son causadas por bacterias, virus, protozoarios y helmintos. Esos organismos causan enfermedades que van desde ligeras gastroenteritis hasta enfermedades graves y fatales de carácter epidémico. (Rojas, 2002, pp. 353)

### **2.2.2. Agua potable**

Adecuada para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal. Es el agua libre de microorganismos causantes de enfermedades que afecten la salud. El principal riesgo de contaminación del agua en la red de distribución es la contaminación con materia fecal por infiltraciones y debido a la presencia de sedimentos en el fondo de las tuberías que favorecen la colonización. (Robert, 2013,

pp. 26)

La presencia o aumento de bacterias, parásitos, virus y hongos en el agua surge usualmente por efecto directo o indirecto de cambios en el medio ambiente y en la población tales como urbanización no controlada, crecimiento industrial, pobreza, ocupación de regiones antes deshabitadas, y la disposición inadecuada de excretas humanas y animales. Los cambios relacionados con las actividades antropogénicas se ven reflejados directamente en el entorno y, por consiguiente, en el recurso hídrico. (Ríos et al., 2017)

### **2.2.3. Límite máximo permisible (LMP)**

El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el sistema nacional de gestión ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio. El Límite máximo permisible guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los Estandar de Calidad Ambiental. La implementación de estos instrumentos debe asegurar que no se exceda la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo con las normas sobre la materia. (Ministerio Nacional del Ambiente [MINAM], 2005, pp. 34)

### **2.2.4. Estándar de calidad ambiental para agua (ECA)**

El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y

biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. No se otorga la certificación ambiental establecida mediante la ley del sistema nacional de evaluación del impacto Ambiental, cuando el respectivo Evaluación de Impacto Ambiental concluye que la implementación de la actividad implicaría el incumplimiento de algún estándar de calidad ambiental. (Ministerio Nacional del Ambiente [MINAM], 2005, pp. 33)

#### **2.2.5. Agua superficial**

Las fuentes de agua superficial son eje de desarrollo de los seres humanos que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales; no obstante, de forma paradójica muchas de estas actividades causan alteración y deterioro de las mismas. En general, las aguas superficiales están sometidas a contaminación natural (arrastre de material particulado y disuelto y presencia de materia orgánica natural –MON–) y de origen antrópico (descargas de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros). (Torres et al., 2009, pp. 3)

“Esta misma situación se enfrenta en todas las partes del país; si nos trasladamos hacia la Amazonía Peruana, encontramos que la mayor parte de los ríos se encuentran impactados por los vertimientos de origen agrícola, industrial y urbano” Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP, 2004).

## **Normatividad peruana sobre la calidad del agua**

El 24 de septiembre del 2010, mediante decreto supremo N° 031-2010-SA, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), aprueba el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, tiene como finalidad establecer las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgo sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población y es de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo. (Ministerio de Salud [MS], 2011)

### **2.2.6. Parámetros de control obligatorio**

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes: Coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, residual de desinfectante y potencial de hidrógeno.

### **2.2.7. Parámetros microbiológicos**

Toda agua destinada para el consumo humano, debe estar exenta de: Bacterias, coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*, virus; huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos, organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; y para el caso de bacterias heterotróficas menos de 500 UFC/100 mL a 35 °C (Ministerio de Salud [MS], 2011)

En la tabla 1 se puede apreciar los límites máximos permisibles para parámetros microbiológicos y otros organismos.

**Tabla 1**

*Límites máximos permisibles para parámetros y otros organismos*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Bacterias coliformes totales	UFC/100 mL a 35 °C	0 (*)
2. <i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL a 44, 5 °C	0 (*)
Bacterias coliformes termotolerantes fecales.	UFC/100 mL a 44, 5 °C	0 (*)
4. Bacterias heterotróficas	UFC/ mL a 35 °C	500
5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

Fuente D. S N° 031-2010-SA

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

### **2.2.8. Parámetros organolépticos**

El noventa por ciento (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano, no deben exceder las concentraciones o valores señalados en la tabla 1 del presente reglamento. Del diez por ciento (10%) restante, el proveedor evaluará las causas que originaron el incumplimiento y tomará medidas para cumplir con los valores establecidos en el presente reglamento. (Ministerio de Salud [MS], 2011, pp. 28)

**Tabla 2***Límites máximos permisibles de parámetros de calidad de agua*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
1. Olor		Aceptable
2. Sabor		Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad	µmho /cm	1500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoniac	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

Fuente D. S N° 031-2010-SA

**2.2.9. Enfermedades transmitidas por el agua**

El mayor impacto sobre la salud pública se da a través de los sistemas de abastecimiento de agua; la alteración de las características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la fuente de abastecimiento incide directamente sobre el nivel de riesgo sanitario presente en el agua el cual se define como el riesgo de transportar agentes contaminantes que puedan causar enfermedades de origen hídrico al hombre y los animales o alterar el normal desempeño de las labores dentro del hogar o la industria, el marcado deterioro de los cuerpos de agua superficial hace prioritaria su evaluación con el fin de tomar acciones de control y mitigación del nivel de riesgo que será determinante en la complejidad y costos del tratamiento del agua para consumo humano. (Torres et al., 2009, pp. 3)

El agua necesaria para cada uso personal o doméstico debe ser salubre, por lo tanto, no debe contener microorganismos o sustancias químicas o radioactivas que puedan constituir una amenaza para la salud de las personas. Además, el agua debería tener un color, un olor y un sabor aceptables para cada uso personal o doméstico.

La falta de agua adecuada para el consumo es una fuente directa de enfermedades, por lo que para proteger la salud no basta con tener agua. La capacidad del agua para transmitir enfermedades depende de su calidad microbiológica. Las enfermedades pueden ser causadas por virus, bacterias o protozoarios. Las bacterias patógenas que contaminan el agua y causan enfermedades se encuentran en las excretas de los seres humanos y de los animales de sangre caliente (mascotas, ganado y animales silvestres). Pueden transmitirse a través del agua, de los alimentos, de persona a persona y de animales a seres humanos. Las bacterias que más afectan la salud pública son *Vibrio cholerae*, causante del cólera; *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* y *Yersinia enterocolitica*, causantes de gastroenteritis agudas y diarreicas; *Salmonella typhi*, que produce fiebres tifoideas y paratifoideas; y *Shigella*, causante de disentería. (Frers, 2006)

**Tabla 3***Principales enfermedades transmitidas por el agua.*

<b>Tipo de microorganismos</b>	<b>Enfermedad</b>	<b>Síntomas</b>
Bacteria	Cólera	Diarreas y vómitos intensos. Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente
Bacteria	Tifus	Fiebres. Diarreas y vómitos. Inflación del bazo y del intestino.
Bacteria	Disentería	Diarrea. Raramente es mortal en adultos, pero produce la muerte de muchos niños en países pocos desarrollados
Bacteria	Gastroenteritis	Náuseas y vómitos. Dolor en el sistema digestivo. Poco riesgo de muerte
Virus	Hepatitis	Inflamación del hígado e ictericia. Puede causar daños permanentes en el hígado
Virus	Poliomielitis	Dolores musculares intensos. Debilidad. Temblores. Parálisis. Puede ser mortal
Protozoos	Disentería amebiana	Diarrea severa, escalofríos y fiebre. Puede ser grave si no se trata
Gusanos	Esquistosomiasis	Anemia y fatiga continuas

Fuente: Frers, 2006.

**2.3. Definición de términos básicos**

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos. En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. Se denomina color aparente a aquel que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua ha sido filtrada. (Barrenechea, 2005, pp. 9)

## **Turbiedad**

La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra). La turbiedad 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. En la práctica, la remoción de la turbiedad no es un proceso difícil de llevar a cabo en una planta de clarificación de agua; sin embargo, es uno de los que más influye en los costos de producción, porque, por lo general, requiere usar coagulantes, acondicionadores de pH y ayudantes de coagulación. (Barrenechea, 2005. pp. 5)

## **Temperatura**

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. (Aznar y Barba, 2000, pp. 13)

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente. (Barrenechea, 2005, pp. 65)

## **Conductividad eléctrica**

(UNE EN 27888-1993): El agua pura se comporta como aislante eléctrico, siendo las sustancias en ella disueltas las que proporcionan al agua la capacidad de conducir la corriente eléctrica. Se determina mediante electrometría con un electrodo conductimétrico, expresándose el resultado en microsiemens  $\text{cm}^{-1}$  ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). Es una

medida indirecta de la cantidad de sólidos disueltos estando relacionados ambos mediante la expresión empírica.

$$SD \text{ (mg/L)} = 0,8 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$$

Las muestras deben analizarse preferiblemente “in situ”, o conservarse en frascos de polietileno, nunca de vidrio sódico, en nevera (2-4 °C) y obscuridad durante un máximo de 24 h, teniendo la precaución de termostatarlas a 25 °C antes de realizar la determinación. (Aznar y Alonzo, 2000, p. 3)

### **Sulfatos**

Los sulfatos son un componente natural de las aguas superficiales y por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad. Pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua y en función del contenido de calcio, podrían impartirle un carácter ácido. Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua y constituyen la dureza permanente. El sulfato de magnesio confiere al agua un sabor amargo. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio. Este efecto es más significativo en niños y consumidores no habituados al agua de estas condiciones. (Barrenechea, 2005, p. 47)

### **Cloruros**

Las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas. En las aguas superficiales por lo general no son los cloruros sino los sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad. A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción disolvente sobre ciertas sales presentes en el agua y también sobre algunos

componentes del cemento, al impartirles una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo. (Barrenechea, 2005, p. 26)

### **Potencial de hidrógeno**

Es un parámetro básico que indica el grado de acidez o basicidad del agua. Este parámetro tiene mucha influencia en una serie de reacciones que ocurren en el agua. Por lo general, un agua con pH menor de 6,0 es considerada agresiva y corrosiva para los metales. Un pH ácido en el agua no necesariamente indica la presencia de ácidos, pues algunas sales como las de aluminio pueden generar pH 4 por hidrólisis. El pH tiene gran importancia en el tratamiento del agua, especialmente en la coagulación, desinfección y estabilización. Durante la coagulación, la remoción de la turbiedad es eficiente por lo general en un rango de pH de 6,0 a 7,8, mientras que la remoción del color se consigue con un pH de entre 4 y 6. Sin embargo, es necesario puntualizar que el pH óptimo para ambos casos debe determinarse por medio de la prueba de jarras. (Barrenechea, 2005, p. 13)

### **Oxígeno disuelto**

Es un parámetro indicativo de la calidad de un agua. Se determina “in situ” mediante electrodo de membrana o por volumetría fijando el oxígeno con sulfato de magnesio expresándolo como mg/L de oxígeno disuelto en la muestra de agua. (Aznar y Barba, 2000, pp. 3)

Su presencia es esencial en el agua; proviene principalmente del aire. Niveles bajos o ausencia de oxígeno en el agua puede indicar contaminación elevada, condiciones sépticas de materia orgánica o una actividad bacteriana intensa; por ello se le puede considerar como un indicador de contaminación. La presencia de oxígeno disuelto en el agua cruda depende de la temperatura, la presión y la mineralización del agua. Las aguas superficiales no contaminadas, si son corrientes, suelen estar saturadas de

oxígeno y a veces incluso sobresaturadas; su contenido depende de la aireación, de las plantas verdes presentes en el agua, de la temperatura y de la hora del día (mañana o tarde). (Barrenechea, 2005, pp. 41)

### **Coliformes fecales o termotolerantes**

Arcos et al. (2005) los coliformes fecales (*Escherichia coli*) son de origen intestinal. Todos pertenecen a la familia Enterobacteriácea, son bacilos Gram negativos, anaerobios facultativos, no esporulantes, fermentadores de lactosa con producción de gas; constituyen aproximadamente el 10% de los microorganismos intestinales de los seres humanos y otros animales, las bacterias del tracto intestinal no suelen sobrevivir en el medio acuático, están sometidas a un estrés fisiológico y pierden gradualmente la capacidad de producir colonias en medios diferenciales y selectivos. Su velocidad de mortalidad depende de la temperatura del agua, los efectos de la luz solar, las poblaciones de otras bacterias presentes, y la composición química del agua. Los coliformes fecales se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Estas bacterias son de interés clínico, ya que pueden ser capaces de generar infecciones oportunistas en el tracto respiratorio superior e inferior, además de bacteriemia, infecciones de piel y tejidos blandos, enfermedad diarreica aguda y otras enfermedades severas en el ser humano. (p.72)

Incluye a *Escherichia coli* y en menor grado las especies de los géneros de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*; 18,23,24 estas últimas tienen una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales. (Robert, 2013, pp. 27)

### **Coliformes totales**

Los microorganismos que conforman el grupo de los coliformes totales; *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Edwardsiella* y *Citrobacter*, viven como

saprófitos independientes o como bacterias intestinales. La presencia de coliformes totales debe interpretarse de acuerdo con el tipo de aguas: deben estar ausentes en 85% de las muestras de aguas potables tratadas. En caso de estar presentes, su número no puede ser superior a 2-3 coliformes. Esta contaminación a pesar de ser baja, no puede ocurrir en tres muestras recolectadas en días consecutivos. En aguas tratadas, los coliformes totales funcionan con una alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar el origen. (Arcos et al., 2005)

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del estudio**

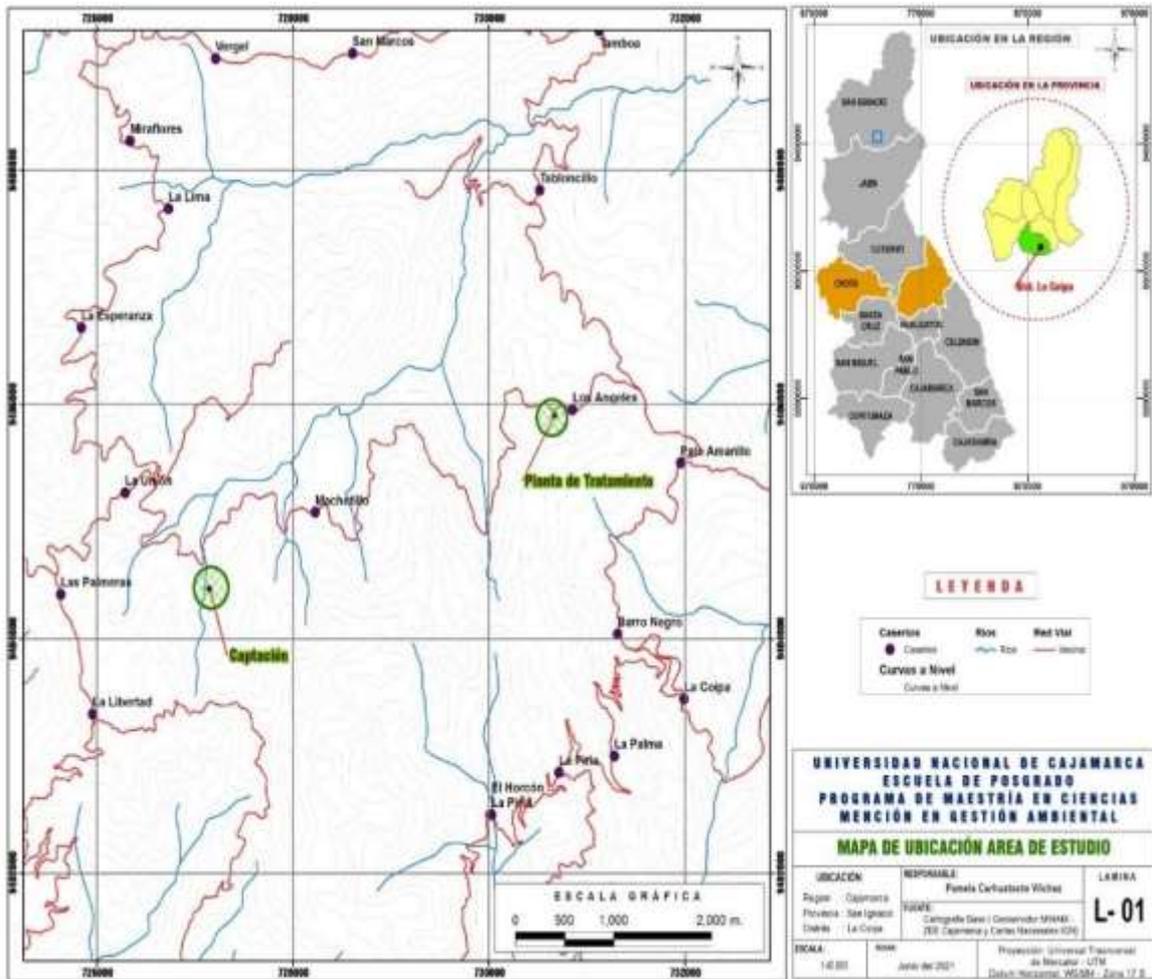
El acceso a la captación a la quebrada Unión Bajo es por la localidad de Unión Bajo siguiendo una trocha carrozable desde el distrito de La Coipa, pasando por el caserío los Ángeles, lugar donde está ubicada la planta de tratamiento los Ángeles, hasta la localidad de Unión Bajo, final de la trocha y desde esa localidad se accede a la quebrada a través de un camino de herradura, de aproximadamente 2.0 kilómetros con dirección al noreste. Las coordenadas en la captación: 727121, 9404505, planta de tratamiento: 730664 y 9405939 (Figura 1).

Para las mediciones y determinaciones de los parámetros establecidos, en el estudio, se emplearon las instalaciones, equipos, materiales y reactivos del Laboratorio Regional del Agua Cajamarca.

La muestra fue tomada en la captación ubicada en el caserío Unión Bajo y en la planta de tratamiento “Los Ángeles”.

**Figura 1**

*Área de ubicación de la captación y planta de tratamiento “Los Ángeles”, distrito La Coipa, provincia San Ignacio - Cajamarca.*



## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Campo:**

Mandil, casco, mascarilla, guantes de látex, libreta de campo, cooler, plumón marcador, botas de jebe, alcohol, tablero, lapiceros, cámara fotográfica, GPS y cinta adhesiva.

### **3.2.2. Laboratorio:**

Espectrofotómetro, termómetro digital, conductímetro, turbidímetro, pH metro, bureta digital, cromatógrafo iónico, estufa, baño maría, matraz, pipetas, vaso de precipitación.

### **3.2.3. Gabinete:**

Calculadora, computadora, impresora, material de escritorio, libreta de apuntes.

## **3.3. Metodología**

Para alcanzar los objetivos propuestos y luego de una visita de reconocimiento a la zona objeto de estudio se definió una metodología que se describe en los numerales siguientes:

### **3.3.1. Fase de Campo**

Corresponde a la toma de las muestras de agua para consumo humano en la captación Unión Bajo y en la planta de tratamiento de agua Los Ángeles en los dos puntos de muestreos, para parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

#### **a) Reconocimiento del área de estudio**

Se identificó el área de estudio y se determinaron los dos puntos de muestreo: Punto 1. Captación y P2. Planta de tratamiento y finalmente se realizó la ubicación exacta con (GPS) cuyas coordenadas se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4***Georreferenciación de los puntos de muestreo*

	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Coordenadas</b>
Captación (P 1)	1824	727121 9404505
Planta de tratamiento (P 2)	1670	730664 9405939

**b) Recolección de la muestra**

La toma de las muestras se realizó siguiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado según Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA; el cual indica los procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo. Las muestras de agua fueron analizadas en el Laboratorio Regional de Agua de Cajamarca.

Los materiales tanto de vidrio como de plástico fueron proporcionados por el Laboratorio Regional del Agua Cajamarca. El etiquetado o rotulado de los envases se hizo antes de empezar el muestreo, utilizando plumón indeleble, con la finalidad de que no se borre. En el caso de los envases para muestreo bacteriológico se etiquetó directamente en la botella de vidrio, para el caso del muestreo físico-químico se utilizó una etiqueta, que fue pegado en los envases. La información básica registrada en el etiquetado fue: punto de muestreo, hora y fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar (Figura 2).

Las muestras de agua para analizar parámetros físico-químicos y bacteriológicos se tomaron en la captación (P 1) y planta de tratamiento (P 2), para parámetros físico-químicos y bacteriológicos se recolectó 1000 mL y 250 mL respectivamente durante dos periodos estacionales de muestreo: lluvioso (febrero) y estiaje (junio) según se presentan en la tabla 5.



**Figura 2**

*Muestreo de agua en la planta de tratamiento “Los Ángeles”*

**Tabla 5**

*Muestreo en los dos periodos estacionales (lluvioso y estiaje) para los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos*

Época de muestreo	Lugar de muestreo	Parámetros	
		Bacteriológicos	Fisicoquímicos
Febrero	Captación (P 1)	1	1
	Planta de Tratamiento (P 2)	1	1
Junio	Captación (P 1)	1	1
	Planta de Tratamiento (P 2)	1	1
<b>Sub Total de muestras</b>		<b>4</b>	<b>4</b>
<b>TOTAL, DE MUESTRAS</b>		<b>8</b>	

## **Procedimiento para la recolección de las muestras para los análisis**

### **fisicoquímicos y bacteriológico:**

Se utilizaron frascos de vidrio y de plástico proporcionados por el Laboratorio Regional del Agua Cajamarca.

Para la toma de muestras: Se ubicó en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente fue homogénea, evitando aguas estancadas poco profundas.

Para llenar el frasco con la muestra, se sostuvo el frasco por la parte inferior y se retiró la tapa y contratapa.

Los frascos se enjuagaron dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros bacteriológicos.

Se tomó la botella por debajo del cuello, se sumergió en dirección opuesta al flujo de agua.

Se consideró un espacio de alrededor de 1% aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieran preservación.

Para muestras bacteriológicas se dejó un espacio del 10% del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.

Finalmente se almacenó dentro de una caja térmica (cooler) de forma vertical bajo un adecuado cuidado, para su transporte.

## **Procedimiento para la recolección de información sobre enfermedades prevalentes en el Centro de Salud del distrito La Coipa**

Se recopiló información de la Micro Red la Coipa, Centro de Salud del distrito La Coipa, se realizaron gestiones con el Gerente del Centro de Salud para que se nos facilite información de las enfermedades prevalentes por el consumo de agua y alimentos, esta información se recogió de las fichas de datos de los pacientes que ingresaron al centro del Centro de Salud La Coipa durante el año 2017 al 2020.

**3.3.2. Fase de laboratorio.** Comprende el análisis en el laboratorio de cada muestra que en total fueron 8 en los dos puntos de monitoreo.

**a) Traslado de la muestra**

Se siguió el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado según Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, que indica los procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo, preferentemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo. Además, manifiesta que, para las mediciones de los parámetros microbiológicos, deben emplearse recipiente de vidrio.

Las muestras fueron embaladas en el cooler (figura 3) y luego se trasladó al Laboratorio Regional del Agua Cajamarca para los respectivos ensayos.

**Figura 3**

*Embalaje de las muestras de agua para ser trasladadas al Laboratorio Regional del agua*



**b) Metodología utilizada en el laboratorio regional del agua para analizar parámetros fisicoquímicos evaluados para la investigación.**

Los parámetros evaluados para determinar, la calidad del agua superficial para consumo humano y las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito La Coipa fueron: Color, temperatura, turbiedad, conductividad, pH, oxígeno disuelto, cloruros y sulfatos. Las metodologías utilizadas, se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 6**

*Parámetros fisicoquímicos evaluados para la investigación*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades de medición</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Metodología</b>
Color	UCV	Espectofotómetro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Temperatura	° C	Termómetro digital	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed.2017: Temperature. Laboratory and Field Methods.
Conductividad	UNT	Conductímetro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510. B. 23rd Ed.2017. Conductivity. Laboratory Method.
Turbiedad	NTU	Turbidímetro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed.2017. Turbidity. Nephelometric Method.
pH	pH	PHmetro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+B. 23rd Ed.2017. pH Value: Electrometric Method
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> / L	Bureta digital	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23rd Ed.2017: Oxygen (Dissolved). Aside Modification
Cloruros	mg/ L	Cromatógrafo iónico	EPA Method 3001 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking water by ion chromatography.
Sulfatos	mg/ L	Cromatógrafo iónico	EPA Method 3001 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking water by ion chromatography.

Fuente: Laboratorio Regional del Agua Cajamarca

**c) Metodología utilizada en el laboratorio regional del agua para analizar parámetros microbiológicos evaluados para la investigación**

Los parámetros evaluados para determinar, la calidad del agua superficial para consumo humano fue: Coliformes totales y coliformes termotolerantes. Las metodologías utilizadas, se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Parámetros microbiológicos evaluados para la investigación*

Parámetro	Unidades de Medición	Instrumento	Metodología
Coliformes totales	UFC/100 mL	Incubadoras	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	Incubadoras	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed.2017: Temperature. Laboratory and Field Method.

Fuente: Laboratorio Regional del Agua Cajamarca

**3.3.3. Fase de gabinete.** Se registró los datos concernientes a las fases de campo y de laboratorio para su tratamiento estadístico.

En el procesamiento y análisis de la información se hizo uso de la estadística descriptiva y de algunos estadísticos paramétricos correlación de Pearson.

Los resultados obtenidos de cada análisis fueron comparados con los valores de los límites máximos permisibles DS N° 031-2010-SA reglamento de la calidad del agua para consumo humano y los estándares nacionales de calidad ambiental de acuerdo ECA- DS N°004-2017-MINAM, categoría 1, subcategoría A1.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos

Los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, realizados en dos periodos estacionales (lluviosa y estiaje), en los puntos: P 1 captación y P 2 planta de tratamiento se muestran en la (tabla 8, 9, 10 y 11.)

**Tabla 8**

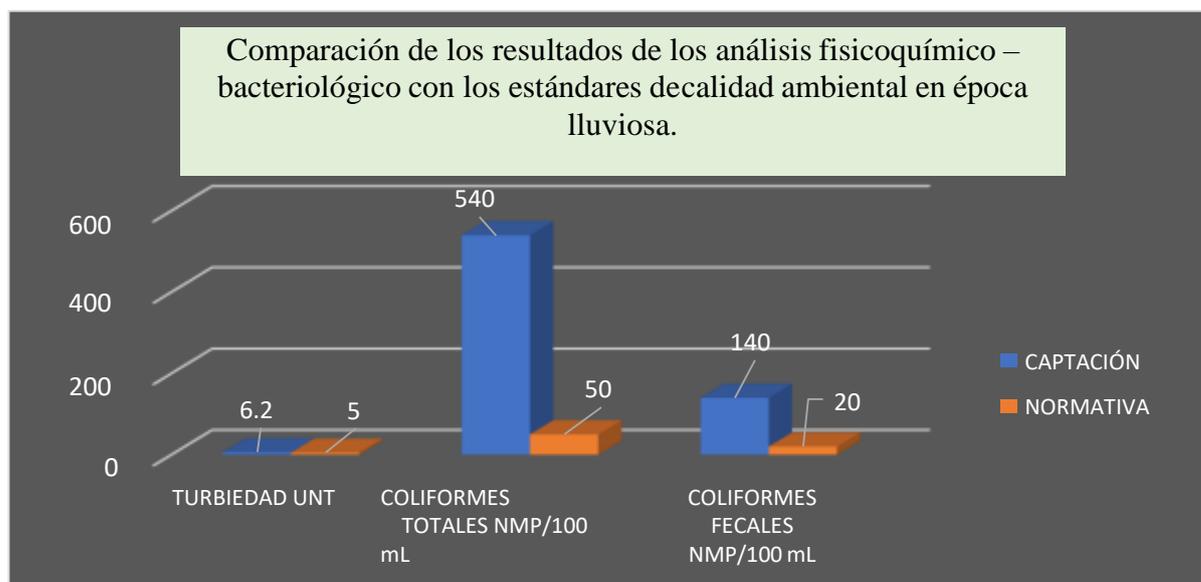
*Comparación de los resultados de los análisis fisicoquímico – bacteriológico con los estándares de calidad ambiental en época lluviosa.*

Parámetro	Unidad	Captación	Normativa*	Diagnóstico
<b>Físicos</b>				
Color	UCV	6,0	15	Cumple
Temperatura	°C	18,8	Δ 3	
Turbiedad	UNT	6,2	5	No cumple
<b>Químicos</b>				
Cloruro	mg/L	0,354	250	Cumple
Sulfato	mg/L	2,06	250	Cumple
pH	pH	7,94	6,5 – 8,5	Cumple
Conductividad	μS/cm	141,5	1,500	Cumple
Oxígeno disuelto	mg/L	6,9	≥6	Cumple
<b>Microbiológicos</b>				
C. totales	NMP/100 mL	540	50	No cumple
C. fecales	NMP/100 mL	140	20	No cumple

Fuente: Laboratorio Regional del Agua Cajamarca

\*Estándar de Calidad Ambiental D.S. 004-2017-MINAM

**Figura 4**



En la figura 4, el estándares de calidad ambiental para agua, DS N° 004-2017- MINAM, presenta un valor de 50 y 20 NMP/100 mL, para los parámetros de coliformes totales y fecales respectivamente y 5 NTU para turbidez, en la muestra tomada la concentración fue de 540 y 140 NMP/100 ML y 6,2 NTU para coliformes totales , fecales y turbidez , los que sobrepasan el límite establecido por el estándar de calidad ambiental –categoría 1: subcategoría A:A1., similares resultados reportados por (Cerdeña et al., 2014) en el puerto Masusa del río Itaya en Iquitos, esto se debería a contaminación por desechos fecales y al vertido directo de aguas residuales. Esta misma situación se enfrenta en todos las partes del país; si nos trasladamos hacia la Amazonía Peruana, encontramos que la mayor parte de los ríos se encuentran impactados por los vertimientos de origen agrícola, industrial y urbano. (IIAP, 2004)

El grupo de microorganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación por lo que, a mayor concentración de estos, aumenta la probabilidad de que contengan diversos microorganismos patógenos (Herrera, 2000).

Se concluye que debido a los altos valores de coliformes totales y coliformes termotolerantes presentes en el agua para consumo humano representa un riesgo para

la salud de la población, debido a que en la parte alta se realizan actividades antrópicas, asentamientos humanos, ocasionando gran contaminación fecal proveniente de desagües domésticos. Los agentes patógenos causantes de la contaminación de aguas y de enfermedades gastrointestinales como Salmonella, Echerichia, Vibro, Shiguella, Rotavirus, Hepatitis A, Giardia, entre otros, se propagan y excretan por las heces humanas, de ocurrir en un área con un saneamiento inadecuado pueden llegar a infectar a la población.

**Tabla 9**

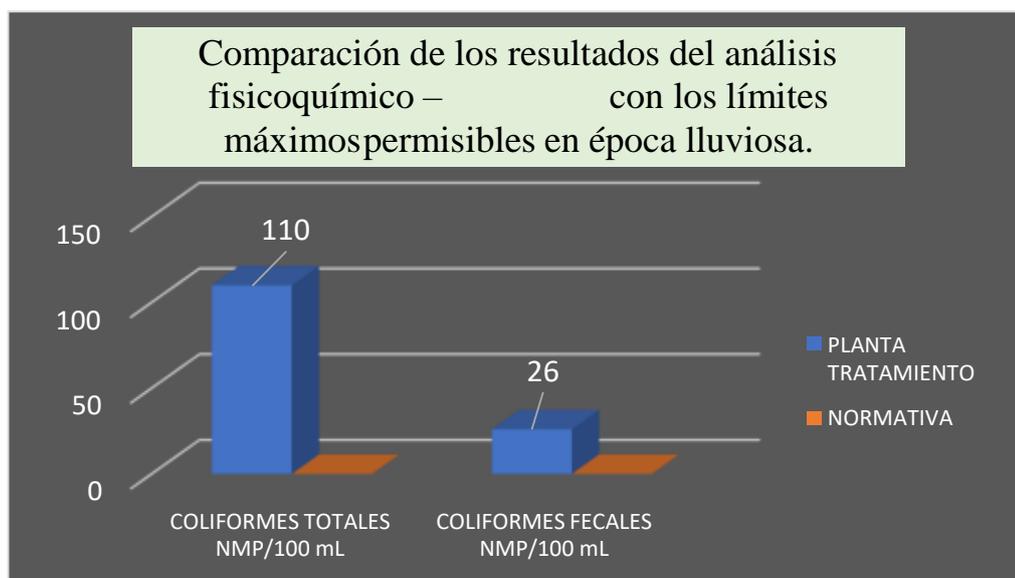
*Comparación de los resultados de los análisis fisicoquímico – bacteriológico con los límites máximos permisibles en época lluviosa.*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>PTA</b>	<b>Normativa*</b>	<b>Diagnóstico</b>
<b>Físicos</b>				
Color	UCV	7,7	15	Cumple
Temperatura	°C	19,1	Δ3	
Turbiedad	UNT	3,92	5	Cumple
<b>Químicos</b>				
Cloruro	mg/L	0,326	250	Cumple
Sulfato	mg/L	1,961	250	Cumple
pH	pH	7,56	6,5 – 8,5	Cumple
Conductividad	μS /cm	140,6	1,500	Cumple
Oxígenodisuelto	mg/L	7,3		
<b>Microbiológicos</b>				
C. totales	NMP/100mL	110	< 1,8	No cumple
C. fecales	NMP/100mL	26	< 1,8	No cumple

Fuente: Laboratorio Regional del Agua Cajamarca

\*Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N.º 031- 2010 - SA

**Figura 5**



En la figura 5, el límite máximo permisible que se sistematiza en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, DS N° 031-2010-SA, presenta un valor de <1,8 y <1,8 NMP/100 mL , para los parámetros de coliformes totales y fecales respectivamente, en la muestratomada la concentración fue de 110 y 26 NMP/100 mL coliformes totales y coliformes fecales, los que sobrepasan el límite máximo permisible del decreto supremo lo cual no son aptos para consumo humano además indica una grave contaminación fecal en el agua superficial del cual se abastece el distrito de la Coipa, establecido por el límite máximo permisible.

En base a lo antes expuesto, se evidencia que cualquier sistema de tratamiento de agua para consumo humano, cuyas fuentes de abastecimiento estén negativamente impactadas por actividades antrópicas, representa un riesgo para la salud de la población, debido a que podría generar un agua insegura.

En la figura 5, el límite máximo permisible que se sistematiza en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, DS N° 031-2010-SA, presenta un valor de <1,8 y <1,8 NMP/100 mL , para los parámetros de coliformes totales y fecales

respectivamente, en la muestra tomada la concentración fue de 110 y 26 NMP/100 mL coliformes totales y coliformes fecales, los que sobrepasan el límite máximo permisible del decreto supremo lo cual no son aptos para consumo humano además indica una grave contaminación fecal en el agua superficial del cual se abastece el distrito de la Coipa, establecido por el límite máximo permisible.

En base a lo antes expuesto, se evidencia que cualquier sistema de tratamiento de agua para consumo humano, cuyas fuentes de abastecimiento estén negativamente impactadas por actividades antrópicas, representa un riesgo para la salud de la población, debido a que podría generar un agua insegura.

Similares resultados fueron reportados por Suárez (2019) en la investigación, calidad del agua de consumo humano del Anexo La Asunción (José Sabogal-San Marcos-Cajamarca) influenciada por la planta de tratamiento de aguas servidas del centro urbano Venecia, utilizó el método de ensayo de acuerdo a los lineamientos del protocolo de monitoreo de aguas de la DIGESA: los resultados los compararon con los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para consumo humano, según DS No 031-2010-SA DIGESA, obteniéndose temperaturas que oscilaron de 13,1 °C a 14,4 °C; turbidez de 0,05 a 1,11 UNT; sólidos disueltos totales de 296 a 369 mg/L; color < LCM; pH de 6,95 a 7,90; cloruros de 1,95 a 7,15 mg/L; fluoruros de 0,090 a 0,216 mg/L; fosfatos < LCM; nitritos de 0,99 a 11,75 mg/L; nitritos < LCM; sulfatos de 1,33 a 100,30 mg/L; coliformes totales de 1,0 a 5400 NMP/100 mL y coliformes fecales de 1,0 a 170 NMP/100 mL; concluyendo que la calidad fisicoquímica del agua de consumo humano del Anexo La Asunción no exceden los límites máximos permisible de calidad de agua; mientras que en la calidad bacteriológica los exceden, por lo tanto, la calidad del agua del mencionado anexo, en función a los resultados obtenidos no es apta para consumo humano. (p. 80-96)

**Tabla 10**

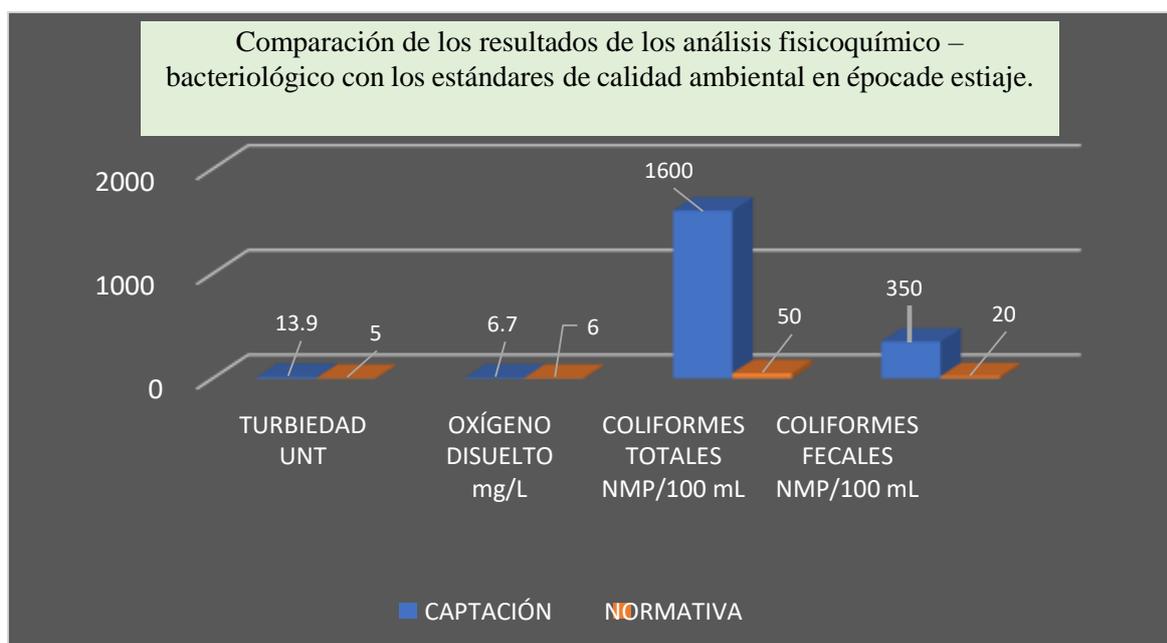
*Comparación de los resultados de los análisis fisicoquímico – bacteriológico con los estándares de calidad ambiental en época de estiaje.*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Captación</b>	<b>Normativa*</b>	<b>Diagnóstico</b>
<b>Físicos</b>				
Color	UCV	5,6	15	Cumple
Temperatura	°C	19,3	Δ 3	Cumple
Turbiedad	UNT	13,9	5	No cumple
<b>Químicos</b>				
Fluoruro	mg/L	< LCM	1,5	Cumple
Cloruro	mg/L	3,205	250	Cumple
Nitrito	mg/L	< LCM	3	Cumple
Bromuro	mg/L	< LCM	No aplica	No aplica
Nitrato	mg/L	0,332	50	Cumple
Sulfato	mg/L	18,44	250	Cumple
Fosfato	mg/L	LCM	No aplica	No aplica
pH	pH	8.04	6,5 – 8,5	Cumple
Conductividad	uS/cm	147,7	1,500	Cumple
Oxígeno disuelto	mg/L	6,7	6	No cumple
<b>Microbiológicos</b>				
C. totales	NMP/100 mL	1600	50	No cumple
C. fecales	NMP/100 mL	350	20	No cumple

Fuente: Laboratorio Regional del Agua Cajamarca

\*Estandar de Calidad Ambiental R. J. 004-2017-MIN

**Figura 6**



En la figura 6, el estándares para agua, DS N° 004-2017- MINAM, presenta un valor de 50 y 20 NMP/100 mL, para los parámetros de coliformes totales y fecales respectivamente, 5 NTU para turbidez y 6 mg/l oxígeno disuelto, en la muestra tomada la concentración fue de 1600 y 350 NMP/100 mL, 13,9 NTU y 6,7 mg/L para coliformes totales y fecales, turbidez y oxígeno disuelto, valores que sobresalen el límite establecido por el estándares de calidad ambiental –categoría 1:subcategoría A:A1.

Según (Brousett et al., 2018) manifiestan que, la evaluación fisicoquímica y microbiológica de agua para Consumo Humano Puno-Perú, los parámetros evaluados fueron: pH, conductividad, turbidez, dureza, sólidos disueltos, sulfatos, cloruros y coliformes totales; asimismo 23 metales recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los parámetros físico-químicos se encuentra dentro del rango aceptable, a excepción del aluminio para agua superficial que sobrepasa en 0,065 mg/L y para el caso de las aguas subterráneas fue excedido el boro con 0,025 mg/ L, asimismo se evidenció valores elevados de coliformes totales en épocas de lluvia, llegando a 11 866,6 UFC/100 ml ( $\pm 813,5$ ) como valor máximo. El agua que abastece al poblado

de Chullunquiani no cumple con las normativas microbiológicas, por lo que requiere implementar un programa de monitoreo. (p. 47-68)

Chaán y Peña (2014) en su investigación, la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Icán, Guatemala, se efectuaron 11 muestreos de agua en cada punto con una frecuencia mensual, también se analizaron los parámetros microbiológicos principalmente de coliformes totales y fecales. Teniendo como resultado en los tres ríos existen aportes estadísticamente significativos de contaminantes químicos y coliformes totales y fecales. (p. 19-23)

**Tabla 11**

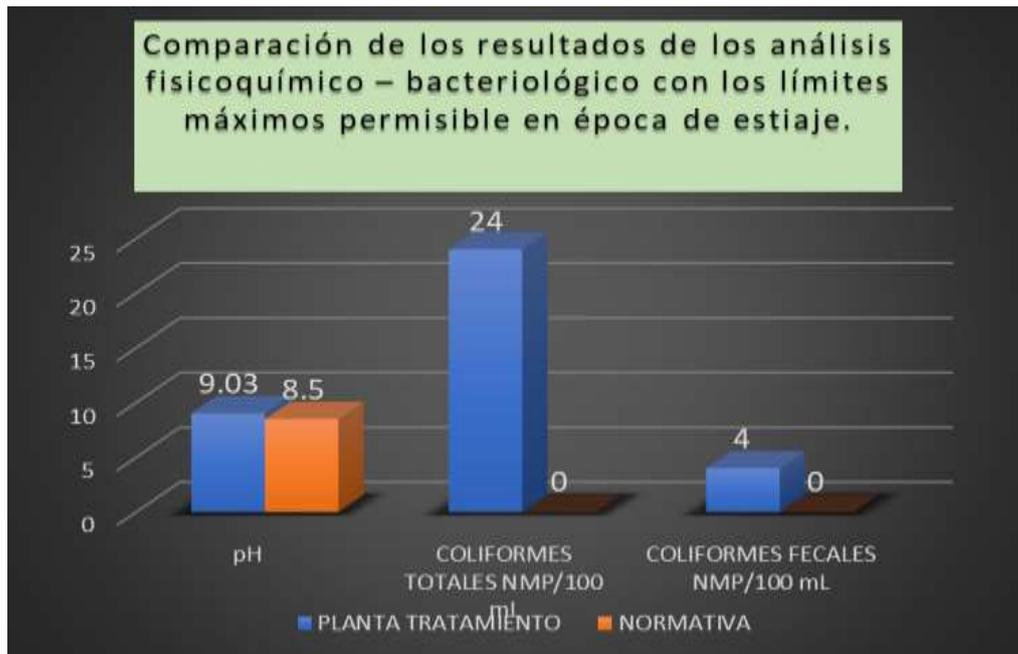
*Comparación de los resultados de los análisis fisicoquímico – bacteriológico con los límites máximos permisible en época de estiaje.*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>PTA</b>	<b>Normativa*</b>	<b>Diagnóstico</b>
<b>Físicos</b>				
Color	UCV	< LCM	15	Cumple
Temperatura	°C	19,2	Δ 3	Cumple
Turbiedad	UNT	1,1	5	Cumple
<b>Químicos</b>				
Fluoruro	mg/L	0.11	1	Cumple
Cloruro	mg/L	0,637	250	Cumple
Nitrito	mg/L	< LCM	3	Cumple
Bromuro	mg/L	< LCM		
Nitrato	mg/L	0,366	50	Cumple
Sulfato	mg/L	3.91	250	Cumple
Fosfato	mg/L	0,052		
pH	pH	9,03	6,5 – 8,5	No cumple
Conductividad	μS/cm	202,5	1,500	Cumple
Oxígeno disuelto	mg/L	6,9		
<b>Microbiológicos</b>				
C. totales	NMP/100 mL	24	<1,8	No cumple
C. fecales	NMP/100 mL	4	<1,8	No cumple

Fuente: Laboratorio Regional del Agua Cajamarca

\*Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N.º 031- 2010 - SA

**Figura 7**



En la figura 7, el límite máximo permisible reglamento de la calidad del agua para consumo humano, DS N° 031-2010-SA, presenta un valor de  $< 1.8$  y  $< 1.8$  NMP/100 mL, para los parámetros de coliformes totales y fecales respectivamente y 9.03 para pH, en la muestra tomada la concentración fue de 24 y 4 NMP/100 mL y pH 9.03 para coliformes totales, fecales y pH, valores que sobresalen el límite establecido por el límite máximo permisible.

Resultados similares obtuvieron (Quiñones et al., 2016) en la investigación, las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua superficial del bosque de Chinchiquilla, Nueva

Libertad, Chirinos, Cajamarca. Se empleó los métodos de fotolorimetría, instrumentación, electroquímico y volumetría en los respectivos análisis. Para los parámetros microbiológicos se empleó la técnica del número más probable. Todas las muestras cumplieron con el valor mínimo permisible para las determinaciones fisicoquímicas, mas no para las determinaciones microbiológicas.

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos-bacteriológicos evaluados en dos periodos estacionales (lluvioso y estiaje) en dos puntos de muestreo (captación P 1 y planta de tratamiento P 2) fueron los siguientes en captación, periodo lluvioso: Turbiedad 6,2 NTU, coliformes totales 540 mL, coliformes fecales 140 mL y en planta de tratamiento: Coliformes totales 110 mL, coliformes fecales 26 mL, asimismo los resultados de los parámetros fisicoquímicos- bacteriológicos en captación en periodo de estiaje fueron los siguientes: Turbiedad 13,9 NTU, oxígeno disuelto 6,7 mg/L, coliformes totales 1600 mL, coliformes fecales 350 mL y en planta de tratamiento: pH 9,03, coliformes totales 24 mL y coliformes fecales 4 mL, observándose que el agua de consumo humano del distrito La Coipa, Provincia de San Ignacio, Región Cajamarca, exceden los límites máximos permisibles considerados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA y los estándares de calidad ambiental DS 004-2017-MINAM, por lo tanto, la calidad del agua del mencionado distrito, no es apta para consumo humano.

## 4.2. Resultados de enfermedades gastrointestinales según el resultado del centro de salud laCoipa.

**Tabla 12**

*Número de casos registrados por año en el centro de Salud La Coipa de enfermedades gastrointestinales*

ENFERMEDADES	AÑO			
	2017	2018	2019	2020
Infecciones intestinales debidas a otros organismos sin especificar.		5	43	6235
Otras infecciones intestinales bacterianas especificadas.	87		130	780
Otras infecciones intestinales debidas a <i>Escherichia coli</i> .				25
Otras infecciones intestinales especificadas				64
Parasitosis intestinal, sin otra especificación.	11	7	7	4395
Fiebre Tifoidea.	31	172	277	1130
Fiebre Tifoidea con diarrea.				15
Otras Gastroenteritis y colitis no especificadas de origen infeccioso.	117	133		2306
Ascariasis, no especificada.		94	72	
Infección intestinal bacteriana, no especificada.		69	66	
Fiebre paratifoidea A			1	
Ascariasis con complicaciones intestinales.		3	1	
Fiebre paratifoidea B.	1			
Fiebre Paratifoidea, no especificada	1			
Otras enfermedades parasitarias	14			
Enfermedad intestinal debido a protozoarios, no especificada	1			
<b>TOTAL</b>	<b>263</b>	<b>483</b>	<b>597</b>	<b>14950</b>

Fuente: Centro de Salud Micro Red La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca. Pasa a resultados.

**Tabla 13***Incremento Anual de las enfermedades gastrointestinales*

<b>2017-2018</b>	<b>2018-2019</b>	<b>2019-2020</b>	<b>PROMEDIO</b>
83,65%	23,60%	2,404%	837%

Para determinar el incremento anual y/o incremento porcentual de los distintos periodos (años) de las enfermedades gastrointestinales brindadas en la Micro Red del Centro de Salud del Distrito LaCoipa, se utilizó un método arimético, incremento porcentual, este método nos ayuda a determinar el porcentaje de variaciones de los distintos periodos. El incremento anual promedio de las enfermedades gastrointestinales que aquejan a la población de estudio es 837%, teniendo como incremento mínimo de 23.60% entre los años 2018 - 2019, y un incremento máximo de 2,404% entre los últimos años.

Estos resultados de las enfermedades gastrointestinales nos indica que el consumo del agua en el distrito La Coipa, la gran mayoría son transmitidas por el consumo del agua. Por otra parte, en el estudio que realizó Torres (2016) contaminación por vertimiento de aguas residuales en el agua de consumo de la población del centro poblado Churuyacu, San Ignacio; realizó el muestreo en tres puntos representativos: en la zona del vertimiento (río Tabaconas), en la captación (orillas del río Tabaconas) y en la de consumo (viviendas), el análisis de dichas muestras, lo hizo en el Laboratorio Referencial de la DISA Jaén. Los resultados determinaron que las características del agua de consumo sobrepasan los límites máximos permisibles y que el incremento anual de enfermedades hídricas es de 6.99%, lo que permiten concluir que la población consume agua no apta para consumo humano. (p. 38-40)

### 4.3. Relación de parámetros físicos-químicos y bacteriológicos del agua superficial para consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito La Coipa

**Tabla 14**

*Relación del pH del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.*

		pH	Enfermedades bacterianas
<b>pH</b>	Correlación de Pearson	1	0.950
	Sig. (bilateral)		0.0499
	N	4	4
<b>Enfermedades</b>	Correlación de Pearson	0.950*	1
	Sig. (bilateral)	0.0499	
	N	4	4

En la Tabla 14, se observa el valor del coeficiente de correlación calculado ( $r = 0.950$ ), el cual indica una relación directa y muy fuerte entre el pH del agua superficial para el consumo humano y las enfermedades en la población del distrito de La Coipa, Provincia San Ignacio-Cajamarca, es decir, que, a mayor valor del pH en el agua, mayor será la presencia de enfermedades en la población. Según el valor de significación (0.0499), el cual es menor al 5 %, indica que la relación entre las variables es significativa. Según estos resultados obtenidos, se afirma que existe relación directa y significativa entre el pH del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades.

De acuerdo a los valores de la Tabla 12 el valor del pH en época de estiaje presenta un valor de (9,03) por lo tanto se encuentra fuera del rango establecido de los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua para consumo humano (6,5-8,5) por lo tanto no son aptas para el consumo humano. El pH aceptable para agua potable varía entre 6,5 a 8,5 como valor, para las aguas de consumo humano, los valores extremos pueden causar irritación en las mucosas, irritación en órganos internos y hasta procesos de ulceración. (Pérez, 2021)

**Tabla 15**

*Relación de la turbidez del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.*

		<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Enfermedades bacterianas</b>
<b>Turbidez (NTU)</b>	Correlación de Pearson	1	0.954
	Sig. (bilateral)		0.046
	N	4	4
<b>Enfermedades</b>	Correlación de Pearson	0.954	1
	Sig. (bilateral)	0.046	
	N	4	4

En la Tabla 15, se observa el valor del coeficiente de correlación calculado ( $r = 0.954$ ), el cual indica una relación directa y muy fuerte entre la turbidez del agua superficial para el consumo humano y las enfermedades en la población del distrito La Coipa, es decir, que, a mayor turbidez del agua, mayor será la presencia de enfermedades en la población. Según el valor de significación (0.046), el cual es menor al 5 %, indica que la relación entre las variables es significativa. Según estos resultados obtenidos, se afirma que existe relación directa y significativa entre la turbidez del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades en la población del distrito La Coipa.

De acuerdo a los valores de la Tabla 11 el valor de la turbidez en captación en época de estiaje presenta un valor muy elevado (13.9) debido a que las aguas no tienen ningún tipo de tratamiento, la turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida). La turbiedad 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. (Barrenechea, 2005. p. 5), es decir estas aguas pueden ser utilizadas como agua potable previo tratamiento con simple desinfección, desde el punto de vista de la turbidez, entonces podemos decir que este valor está por encima de los límites máximos permisibles DS N°

**Tabla 16**

*Relación de la temperatura del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.*

		<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Enfermedades bacterianas</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	Correlación de Pearson	1	0.632
	Sig. (bilateral)		0.368
	N	4	4
<b>Enfermedades</b>	Correlación de Pearson	0.632	1
	Sig. (bilateral)	0.368	
	N	4	4

En la Tabla 16, se observa el valor del coeficiente de correlación calculado ( $r = 0.632$ ), el cual indica una relación directa y considerable entre la temperatura del agua superficial para el consumo humano y las enfermedades en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca. Según el valor de significación (0.368), el cual es mayor al 5 %, indica que la relación entre las variables no es significativa. Según estos resultados obtenidos, se afirma que no existe relación significativa entre la temperatura del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. (Aznar y Barba, 2000, pp. 13)

**Tabla 17**

*Relación del oxígeno disuelto del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.*

		<b>OD (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	<b>Enfermedades bacterianas</b>
<b>OD (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	Correlación de Pearson	1	-0.959
	Sig. (bilateral)		0.041
	N	4	4
<b>Enfermedades</b>	Correlación de Pearson	-0.959	1
	Sig. (bilateral)	0.041	
	N	4	4

En la Tabla 17, se observa el valor del coeficiente de correlación calculado ( $r = -0.959$ ), el cual indica una relación inversa y muy fuerte entre el oxígeno disuelto del agua superficial para el consumo humano y las enfermedades en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio, Cajamarca, es decir, que, a niveles altos de oxígeno disuelto del agua, menor será la presencia de enfermedades en la población.

Su presencia es esencial en el agua; proviene principalmente del aire. Niveles bajos o ausencia de oxígeno en el agua puede indicar contaminación elevada, condiciones sépticas de materia orgánica o una actividad bacteriana intensa; por ello se le puede considerar como un indicador de contaminación. (Barrenechea, 2005, pp. 41)

Según el valor de significación (0.041), el cual es menor al 5 %, indica que la relación entre las variables es significativa. Según estos resultados obtenidos, se afirma que existe relación inversa y significativa entre el oxígeno disuelto del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades en la población del distrito La Coipa, Provincia San Ignacio, Región Cajamarca.

Su presencia es esencial en el agua; proviene principalmente del aire. Niveles bajos o ausencia de oxígeno en el agua. Puede indicar contaminación elevada, condiciones

sépticas de materia orgánica o una actividad bacteriana intensa; por ello se le puede considerar como un indicador de contaminación. (Barrenechea, 2005, pp. 41)

**Tabla 18**

*Relación de la conductividad eléctrica del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio- Cajamarca.*

		<b>CE (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>	<b>Enfermedades bacterianas</b>
<b>CE (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>	Correlación de Pearson	1	0.996
	Sig. (bilateral)		0.004
	N	4	4
<b>Enfermedades</b>	Correlación de Pearson	0.996	1
	Sig. (bilateral)	0.004	
	N	4	4

En la Tabla 18, se observa el valor del coeficiente de correlación calculado ( $r = 0.996$ ), el cual indica una relación directa y muy fuerte entre la conductividad eléctrica agua superficial para el consumo humano y las enfermedades en la población del distrito la Coipa, provincia San Ignacio- Cajamarca, es decir, que, a mayor conductividad eléctrica del agua, mayor será la presencia de enfermedades en la población. Según el valor de significación (0.004), el cual es menor al 5 %, indica que la relación entre las variables es significativa. Según estos resultados obtenidos, se afirma que existe relación directa y significativa entre la conductividad eléctrica del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio- Cajamarca.

**Tabla 19**

*Relación del color del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas en la población del distrito de La Coipa, Provincia San Ignacio-Cajamarca.*

		<b>Color (UCV)</b>	<b>Enfermedades bacterianas</b>
<b>Color (UCV)</b>	Correlación de Pearson	1	0.960
	Sig. (bilateral)		0.040
	N	4	4
<b>Enfermedades</b>	Correlación de Pearson	0.960	1
	Sig. (bilateral)	0.040	
	N	4	4

En la Tabla 19, se observa el valor del coeficiente de correlación calculado ( $r = 0.960$ ), el cual indica una relación directa y muy fuerte entre el color del agua superficial para el consumo humano y las enfermedades en la población del distrito La Coipa, Provincia San Ignacio, Cajamarca, es decir, que, a mayor color del agua, mayor será la presencia de enfermedades en la población. Según el valor de significación (0.040), el cual es menor al 5 %, indica que la relación entre las variables es significativa. Según estos resultados obtenidos, se afirma que existe relación directa y significativa entre el color del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.

La característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos. En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. (Barrenechea, 2005, pp. 9)

**Tabla 20**

*Relación de los coliformes totales del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca*

		<b>Coliformes totales (UFC/100 mL)</b>	<b>Enfermedades bacterianas</b>
<b>Coliformes totales (UFC/100 mL)</b>	Correlación de Pearson	1	0.955
	Sig. (bilateral)		0.045
	N	4	4
<b>Enfermedades</b>	Correlación de Pearson	0.955	1
	Sig. (bilateral)	0.045	
	N	4	4

En la tabla 20, se observa el valor del coeficiente de correlación calculado ( $r = 0.955$ ), el cual indica una relación directa y muy fuerte entre los coliformes totales del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas intestinales en la población del Distrito de LaCoipa, provincia San Ignacio-Cajamarca, es decir, que a mayor presencia de coliformes totales, mayor será la presencia de enfermedades en la población. Según el valor de significación (0.045), el cual es menor al 5 %, indica que la relación entre las variables es positiva y significativa. Según estos resultados obtenidos, se afirma que existe relación directa y significativa entre los coliformes totales del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.

Por consiguiente, los resultados de análisis de coliformes fecales indican que el agua que consume la población del distrito La Coipa no es apta para consumo humano, por ser superiores a los límites máximos permisibles ( $< 1.8$  NMP/100 mL) emitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Asimismo, los resultados de las muestras tomadas en época lluviosa y época de estiaje superan los límites máximos permisibles y los estándar de calidad ambiental, similares resultados a los reportados por Flores (2016) determinan que las características del agua de consumo sobrepasan los límites máximos permisibles y que el incremento anual de enfermedades hídricas es de 6.99%, esto nos permiten concluir que la población de la localidad en estudio (C.P Churuyacu) consume agua no apta para consumo humano.

**Tabla 21**

*Relación de los coliformes termotolerantes del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.*

		<b>Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL)</b>	<b>Enfermedades bacterianas</b>
<b>coliformes termotolerantes (UFC/100 mL)</b>	Correlación de Pearson	1	0.956
	Sig. (bilateral)		0.044
	N	4	4
<b>Enfermedades</b>	Correlación de Pearson	0.956	1
	Sig. (bilateral)	0.044	
	N	4	4

En la tabla 21, se observa el valor del coeficiente de correlación calculado ( $r = 0.956$ ), el cual indica una relación directa y muy fuerte entre los coliformes termotolerantes del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca, es decir, que a mayor presencia de coliformes termotolerantes, mayor será la presencia de enfermedades en la población. Según el valor de significación (0.044), el cual es menor al 5 %, indica que la relación entre las variables es positiva y significativa. Según estos resultados obtenidos, se afirma que existe relación directa y significativa entre los coliformes termotolerantes del agua superficial para el consumo humano con las

enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.

**Tabla 22**

*Relación de los parámetros evaluados del agua superficial para el consumo humano VS enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca.*

		<b>Calidad del agua (Parámetros evaluados)</b>	<b>Enfermedades bacterianas</b>
<b>Calidad del agua (Parámetros evaluados)</b>	Correlación de Pearson	1	0.657
	Sig. (bilateral)		0.025
	N	4	4

En la tabla 22, se observa el valor del coeficiente de correlación calculado ( $r = 0.657$ ), el cual indica una relación directa y muy fuerte entre los parámetros evaluados del agua superficial para el consumo humano con las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito de La Coipa, provincia San Ignacio-Cajamarca, es decir, mientras más altos son los valores establecidos en los reglamentos de los parámetros evaluados, mayor presencia de enfermedades en la población. Según el valor de significación (0.044), el cual es menor al 5 %, indica que la relación entre las variables es positiva y significativa.

En esta tabla, la correlación de Pearson es menor que 1.00 por lo tanto nos indica una relación directa y muy fuerte entre los parámetros evaluados y las enfermedades bacterianas intestinales, eso significa que ambas variables aumentan al mismo tiempo, a más altos valores evaluados mayor cantidad de enfermedades.

De modo que los resultados de las muestras tomadas en sequía y lluvia superan los límites máximos permisibles y los estándares de calidad ambiental, similares resultados a los reportados por Suarez(2016) calidad del agua de consumo humano del Anexo La

Asunción (José Sabogal-San Marcos- Cajamarca) influenciada por la planta de tratamiento de aguas servidas del Centro Urbano Venecia. En efecto, las fluctuaciones en la concentración de coliformes termotolerantes, indican que las bacterias del tracto intestinal no suelen sobrevivir en el medio acuático, están sometidas a un estrés fisiológico y pierden gradualmente la capacidad de producir colonias en medios diferenciales y selectivos. (Arcos et al., 2005)

La mayoría de parámetros fisicoquímicos considerados en el proyecto de investigación en épocas de invierno y verano, cumplen con los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua subcategoría A, establecidos en el decreto supremo N° 004 – 2017 – MINAM y para los límites máximos permisibles de la calidad del agua para consumo humano establecido en el decreto supremo N° 031 – 2010 – SA, a excepción de la turbiedad, oxígeno disuelto, pH, coliformes totales y coliformes fecales no cumplen.

El mayor impacto sobre la salud pública se da a través de los sistemas de abastecimiento de agua; la alteración de las características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas incide directamente sobre el nivel de riesgo sanitario presente en el agua. A continuación, algunas enfermedades detectadas en el centro de salud del distrito La Coipa.

Infecciones intestinales debidas a otros organismos sin especificar, otras infecciones intestinales bacterianas especificadas, otras infecciones intestinales debidas a *Escherichia coli.*, otras infecciones intestinales específicas, parasitosis intestinal, sin otra especificación, fiebre tifoidea, fiebre tifoidea con diarrea, otras gastroenteritis y colitis no especificadas de origen infeccioso, ascariasis, no especificada, infección intestinal bacteriana, no especificada, fiebre paratifoidea A, ascariasis con complicaciones intestinales, fiebre paratifoidea B, fiebre paratifoidea, no especificada,

otras ascariasis, enfermedad intestinal debido a protozoarios, no especificada.

De estos 16 malestares relevados y teniendo en cuenta el número de habitantes (3,122) del distrito La Coipa, se tiene lo siguiente:

- En el Año 2017 hubo 263 atenciones médicas en el centro de salud del distrito de La Coipa, que equivale al 8.42% de la población.

- En el año 2018 hubo 483 atenciones médicas, que corresponde al 15.47% de la población.

- En el año 2019 hubo 597 atenciones médicas, que concierne al 19.12% de la población.

- En el año 2020 hubo 14950 atenciones médicas, que corresponde al 479% de la población. Estos porcentajes, los mismos que se van incrementando cada año nos indican, de manera general, que el distrito de La Coipa tiene un grave problema de salubridad que debe ser atendido con prioridad por las autoridades competentes.

Se espera que los resultados del estudio sirvan a entidades locales, centros de salud, entre otras a fin de mantener la vigilancia de estos ambientes en favor de la salud pública.

El estudio concluye que es conveniente mantener un monitoreo de la captación y planta de tratamiento a fin de ir evaluando contaminantes de diversos tipos. Así mismo se debe generar programas de concienciación para el cuidado de los sistemas acuáticos y aplicar la normativa correspondiente para la eliminación de desechos.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

La relación entre la calidad del agua superficial para el consumo humano y las enfermedades bacterianas intestinales en la población del distrito de la Coipa, provincia San Ignacio- Cajamarca 2020, en los parámetros de coliformes totales, coliformes termotolerantes, turbiedad, oxígeno disuelto y pH, presentaron valores excedidos a los Límites Máximos Permisibles encontrándose mala calidad de agua según el D.S. N° 031-2010-SA, y su relación con las enfermedades bacterianas fueron directas y muy fuertes.

Los parámetros bacteriológicos de acuerdo con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA y el DS N° 004-2017-MINAM estándares de calidad ambiental para agua, los coliformes totales y coliformes termotolerantes del agua superficial del distrito La Coipa, excedieron los valores establecidos, por lo tanto, el agua, no es apta para consumo humano.

Los parámetros fisicoquímicos según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA y el DS N° 004-2017-MINAM estándares de calidad ambiental para agua, respecto a la turbidez y el pH del agua superficial para el consumo humano del distrito La Coipa, están sobre el rango de los valores establecidos.

Las principales enfermedades bacterianas intestinales identificadas en el centro de salud de La Coipa fueron: Infecciones intestinales bacterianas especificadas, con 780 casos y con 25 casos para *Escherichia coli*.

## **5.2 Recomendaciones**

Ejecutar más estudios del agua superficial de la quebrada Unión Bajo, agua destinada para consumo humano, aumentando parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos y metales pesados, con un monitoreo más frecuente.

Realizar proyectos de agua y saneamiento bien planteados para disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, parasitarias, dérmicas respiratorias agudas, desnutrición, malaria, parásitos, dengue.

Más información por parte del sector Salud, Educación y la Municipalidad hacia la población sobre las consecuencias de consumir agua contaminada.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcos, M., Ávila, S., Estupiñan, S. M. y Gómez, A. C. (2005) Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *Revista Nova: Publicación Científica de Ciencias Biomédicas*, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 3(4), 69-79.  
<http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/338>
- Aznar Jiménez, A y Alonso Barba, A. (2000). Determinación de los Parámetros Físicoquímicos de Calidad de las Aguas. *Aparecido en Gestión Ambiental* 2000, 2(23), 12-1 file:///C:/Users/USER/Downloads/OR-F-001.pdf
- Baque Mite, R., Simba Ochoa, L., González Ozorio, B., Suatunce, P., Díaz Ocampo, E. y Cadme Arevalo, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), 109-117.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5774767>
- Barrenechea, A. 2005. *Aspectos físicoquímicos de la calidad del agua*. Lima, PE. UNALM. 65 p.
- Bracho Fernández, I.A. y Fernández Rodríguez, M. (2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. *Revista Minería y Geología*, 33(3), 341-352.  
<https://www.redalyc.org/pdf/2235/223551846007.pdf>
- Brousett Minaya, M., Chambi Rodríguez, A., Mollocondo Turpo, M., Aguilar Atamari, L. y Lujano Laura, E. (2018). Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno-Perú. *Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad. La Salle en Bolivia*, 15(15), 47-68.

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071081X2018000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071081X2018000100005&script=sci_arttext)

Cerdeña, P., Reyes, W. y Vásquez, A. (2014). Contaminación de las aguas del río Itaya por las actividades portuarias en el Puerto Masusa, Iquitos, Perú. *Ciencia Amazónica(Iquitos)*, 4(1), 100-105. <https://doi.org/10.22386/ca.v4i1.73>

Chán Santisteban, M.L y Peña, W. (2014). Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Iacán, Guatemala. *Cuadernos de Investigación UNED*, 7(1), 19-23.

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S165942662015000100019&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S165942662015000100019&script=sci_arttext&tlng=en)

Chibinda, C., Arada-Pérez, M.D.L.A. y Pérez-Pompa, N. (2017). Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera. *Revista Cubana de Química*, 29(2), 303-321.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S222454212017000200010&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S222454212017000200010&script=sci_arttext&tlng=en)

Flores Cerna, J.C. (2016). *Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano con y sin ebullición de zonas aledañas a la Universidad Nacional deCajamarca*. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca). <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1298>

Frers, C. (2006). Problemas de las aguas contaminadas. En Los problemas de las aguas contaminadas. Cristian Frers – *InterNatura*.

[http://www.internatura.org/estudios/informes/agua\\_contaminada.html](http://www.internatura.org/estudios/informes/agua_contaminada.html)

Galeano, C.A.B., Vásquez, A.E.A. y Palencia, P.A.E. (2018). Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de abastecimiento para consumo humano de la comunidad de Jaraquiel, Córdoba. *Revista*

- SENNOVA: *Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 35-51.  
<http://dx.doi.org/10.23850/2389-9573.1631>
- Guzmán, B. L., Gerardo, N., Díaz, P. (2012). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia 2008-2012. *Revista del Instituto Nacional de Salud*, 35 (2), 177-190.  
<https://www.redalyc.org/pdf/843/84340725018.pdf>
- Herrera, L. (2000). Fundamentos Microbiológicos de la ingeniería ambiental. *Santiago: Universidad de Chile*. <http://tamarugo.cec.uchile.cl>
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). (2004) *Contaminación ambiental en la Amazonía Peruana. Iquitos: IIAP*.  
<http://mddconsortium.org/wp-content/uploads/2014/11/Gomez-Garcia-IIAP-1995-Diagnostico-sobre-la-contaminacion-ambiental-en-la-Amazonia-Peruana.pdf>
- Medina Chávez, A.E. (2017). *Calidad del Agua en Función de Turbidez y Coliformes en la Planta de Tratamiento La Quesera, Sucre, Celendín, 2016-2017*. (Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Cajamarca).  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2117>
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)
- Ministerio Nacional del Ambiente. (2005). *Ley General del Ambiente*.  
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Quiñones Huatangari, L., Delgado Soto, J.A. y Días Ginez, T.A. (2016). Características Físicoquímicas y Microbiológicas del Agua Superficial del

- Bosque de Chinchiquilla, Nueva Libertad, Chirinos, Cajamarca. *Revista Científica Pakamuros*, 4(1),  
[21.http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071081X2018000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071081X2018000100005&script=sci_arttext)
- Ríos, S., Agudelo, R.M, Gutiérrez, L.A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2).  
[http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/10714/1/RiosSandra\\_2017\\_PatogenosIndicadoresMicrobiologicos.pdf](http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/10714/1/RiosSandra_2017_PatogenosIndicadoresMicrobiologicos.pdf)
- Robert Puellés, M. (2013). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en Cuba. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, vol. 45, núm. 1, 2014, pp. 25-36  
*Centro Nacional de Investigaciones Científicas*.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1812/181230079005.pdf>
- Rojas, R. (2002). Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Lima, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS), 353p.  
[http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guia/calde/2sas/d25/075%20vigilanciaycontrol\\_calidaddeagua/cepis\\_guia\\_vigilanciaycontrol\\_calidaddeagua.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guia/calde/2sas/d25/075%20vigilanciaycontrol_calidaddeagua/cepis_guia_vigilanciaycontrol_calidaddeagua.pdf)
- Sánchez, C.C. (2018). Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35, 309-316 p.  
[https://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S17264634201800200309](https://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S17264634201800200309)
- Suárez Medina, I. (2019) *Calidad del agua de consumo humano del Anexo La Asunción (José Sabogal-San Marcos-Cajamarca) influenciada por la planta de tratamiento de aguas servidas del Centro Urbano Venecia* (Tesis de Maestría,

Universidad Nacional de Cajamarca)

Torres Suárez, C.O. (2016). *Contaminación por vertimiento de aguas residuales en el agua de consumo de la población del centro poblado Churuyacu-San Ignacio, 2016*. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca).

<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1523>

Torres, P., Cruz, C.H. y Patiño, P.J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, 8(15), 3.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>

Karol J. Briñez, K. J., Guarnizo, J. C., Arias, S. A., (2012). Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. *Revista Facultad Nacional de Salud pública*, 30 (2). <file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-CalidadDelAguaParaConsumoHumanoEnElDepartamentoDel-5079698.pdf>

# CAPITULO VII

## ANEXOS

### Anexo 1. Informe de análisis de muestra de agua en época lluviosa y estiaje

 **LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084

 INACAL  
S.A. Perú  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0221070**

DATOS DEL CLIENTE			
Razón Social/Nombre	SINTIA PAMELA CARHUATOCTO VILCHEZ		
Dirección	Calle Anapalás 388 - Juen		
Persona de contacto	SINTIA PAMELA CARHUATOCTO VILCHEZ	Correo electrónico	pamelavil26@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha del Muestreo	03.02.2021	Hora de Muestreo	10:00 - 10:50
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	02		
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:			

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO			
N° Control	SC-035	Cartena de Control	CC - 070 - 21
Fecha y Hora de Recepción	04.02.2021 07:40	Inicio de Ensayo	04.02.2021 07:55
Reporte Resultado	15.02.2021 14:30		

  
Edder Nayra Zúñiga  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147020

Cajamarca, 15 de febrero del 2021

INACAL - ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION - S.A. - PERÚ - CAJAMARCA - 41000  
www.inacal.org.pe | www.inacal.com.pe | www.inacal.org.pe | www.inacal.com.pe | www.inacal.org.pe | www.inacal.com.pe

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0221070**

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS			
Código de la Muestra	Captación Ges. Unión Bajo	Planta Tratamiento Cas. Los Angeles	-	-	-	-
Código Laboratorio	0221070-01	0221070-02	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	-	-	-	-
Descripción	Subterránea	Subterránea	-	-	-	-
Localización de la Muestra	JASS Dentro La Cueva	JASS Dentro La Cueva	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	mg/L	0.0300	0.117	0.118	-	-
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	0.0650	0.354	0.326	-	-
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0500	<LCM	<LCM	-	-
Bromuro (Br <sup>-</sup> )	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM	-	-
Nitrato (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0040	0.691	0.682	-	-
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	0.0700	2.060	1.961	-	-
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	0.0320	<LCM	<LCM	-	-
Turbidez	NTU	0.0900	6.20	3.92	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.94	7.580	-	-
Conductividad a 25°C	uS/cm	NA	141.5	140.5	-	-
Color Verdadero	UC	4.0000	6.0	7.7	-	-
(T)Temperatura (T <sup>o</sup> ) en Laboratorio	°C	N.A.	18.8	19.1	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	0.5000	6.9	7.3	-	-

Leyenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, NA= <LCM significa que la concentración del analito es mínima (traza)

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Coliformes Totales	NMP/100mL	3.8	540	110	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	140	26	-	-

Note: Los Resultados +1.0, +1.5, +1.7 y +1.8 aplican que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian alteraciones biológicas en la muestra. VE: valor estimado

Cajamarca, 15 de febrero del 2021



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-084



**INFORME DE ENSAYO N° IE 0221070**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Sulfato, Sulfato, Nitrito, Fosfato, $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{P-PO}_4$ , $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ )	mg/L	EPA Method 800.1 Rev. 1.0 1997 (VALUADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	ISMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130. B, 23rd Ed. 2017. Turbidity Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 20°C	pH	ISMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrode Method.
Conductividad a 25°C	$\mu\text{S/cm}$	ISMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510. B, 23rd Ed. 2017. Conductivity, Laboratory Method
Color Verdadero	UC	ISMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color: Spectrophotometric Single Wavelength Method (proposed)
Temperatura	°C	ISMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature - Laboratory and Field Methods
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O <sub>2</sub> / L	ISMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23rd Ed. 2017. Oxygen (Dissolved), Azide Modification
Coliformes Totales	NMP/100mL	ISMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	ISMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a melocitos y/o melocitos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (\*\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentran dentro del alcance de acreditación.
- \* Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la forma de muestra lo realice el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- \* La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o emendas.
- \* Las muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservan en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de preservación método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la Informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido escrito.
- \* Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del alcance de la acreditación otorgado por INACAL.
- \* Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitido en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"



Código del Formato: P-21-F01 - Rev. N°02 - Fecha: 02/07/2020

Cajamarca, 15 de febrero del 2021

**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**





**INFORME DE ENSAYO N° IE 0621500**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrato, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, $\text{N-NO}_2$ , $\text{N-NO}_3$ , $\text{P-PO}_4$ , $\text{N-NO}_2+\text{N-NO}_3$ )	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1 0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4505-H-B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	$\mu\text{S/cm}$	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature. Laboratory and Field Methods
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23rd Ed. 2017. Oxygen (Dissolved). Azide Modification.
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**NOTAS FINALES**

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matr. que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-25-F01 Rev: 02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 09 de julio de 2021



Firmado digitalmente por: COLINA  
VINEDAS Juan Jose FAJ  
25485744 98 979  
Motivo: Day 1° 8°  
Fecha: 09.07.2021 10:14:20 -05:00

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

**Apéndice A. Panel fotográfico**



**Figura 8.** *Captación quebrada Unión bajo*



**Figura 9.** *Etiquetando los frascos para la toma de muestras-  
Captación*



**Figura 10.** *Tomando la muestra de parámetros fisicoquímicos - Captación*



**Figura 11.** *Muestreo para parámetros bacteriológicos (Captación)*



**Figura 12.** *Planta de tratamiento los Ángeles-districto La Coipa*



**Figura 13.** *Tomando la muestra para parámetros fisicoquímicos (planta de tratamiento)*



**Figura 14.** Muestreo para parámetros fisicoquímicos (Planta de Tratamiento)



**Figura 15.** Embalaje de las muestras de agua para ser trasladadas al Laboratorio Regional del agua