



# Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería

Forestal y Ambiental

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 251-2025-FCA/UNACH

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que el tesis de la investigación Titulada “**Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa, Chota**”; ejecutado por el Bachiller **Homero Marcos Díaz Espinoza** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesorado por el Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 13%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°120-2022-UNACH.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.




Chota, 04 de agosto de 2025.

Atentamente

Dr. Jim Jairo Villena Velásquez  
Unidad de Investigación de EPIFA -  
UNACH

# Homero Marco Diaz Espinoza

## Homero Marco Diaz Espinoza

-  Homero Marcos Díaz Espinosa
-  HOMERO MARCOS DÍAZ ESPINOZA
-  Universidad Nacional Autonoma de Chota

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3308316133

Fecha de entrega

4 ago 2025, 4:54 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

4 ago 2025, 5:02 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME\_FINAL\_TESIS\_HOMERO\_MARCOS\_D\_AZ\_ESPINOZA.docx

Tamaño de archivo

19.4 MB

105 Páginas

18.134 Palabras

100.189 Caracteres




# 13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

## Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unach.edu.pe	1%
2	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	1%
3	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
4	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
5	Internet	hdl.handle.net	<1%
6	Internet	repositorio.upsc.edu.pe	<1%
7	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	<1%
8	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
9	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
10	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	<1%

12	Internet	dspace.esoch.edu.ec	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC	<1%
14	Internet	purl.org	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Internacional de la Rioja	<1%
16	Internet	repositorio.unat.edu.pe	<1%
17	Internet	www.portal.unaj.edu.pe	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Politécnica del Perú	<1%
20	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
21	Internet	repositorio.unsch.edu.pe	<1%
22	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE	<1%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad San Ignacio de Loyola	<1%
25	Internet	www.coursehero.com	<1%

26	Publicación	ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.. "DAAC Fundo Armonía 4-IGA0016374", R.D.G. N° 2...	<1%
27	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion	<1%
28	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru	<1%
29	Internet	fondoeditorial.unat.edu.pe	<1%
30	Internet	repositorio.unh.edu.pe	<1%
31	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
32	Internet	repositorio.urp.edu.pe	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad De Cuenca	<1%
34	Trabajos del estudiante	Bocconi University	<1%
35	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad de San Buenaventura	<1%
37	Internet	repositorio.uap.edu.pe	<1%
38	Internet	repositorio.unu.edu.pe	<1%
39	Internet	distancia.udh.edu.pe	<1%

40	Trabajos del estudiante unasam	<1%
41	Internet dspace.ucuenca.edu.ec	<1%
42	Internet repositorio.unap.edu.pe	<1%
43	Internet www.cepis.org.pe	<1%
44	Internet repositorio.continental.edu.pe	<1%
45	Internet repositorio.umariana.edu.co	<1%
46	Internet repositorio.unasam.edu.pe	<1%
47	Trabajos del estudiante Pontificia Universidad Catolica del Peru	<1%
48	Trabajos del estudiante Universidad Tecnologica de los Andes	<1%
49	Internet repositorio.ug.edu.ec	<1%
50	Internet repositorio.uma.edu.pe	<1%
51	Internet repositorio.unsa.edu.pe	<1%
52	Internet repositorio.utea.edu.pe	<1%
53	Internet www.hidroameghino.com.ar	<1%

54	Internet	www.hospitalcayetano.gob.pe	<1%
55	Internet	www.minsur.com	<1%
56	Publicación	ECOLOGIA Y TECNOLOGIA AMBIENTAL S.A.C. "EIA del Proyecto Fabricación de Ce...	<1%
57	Publicación	KLOHN CRIPPEN BERGER S.A.. "Quinto ITS de la Refinería de Zinc de Cajamarquill...	<1%
58	Publicación	Mamani Calla, Nilo. "El acceso al agua como derecho fundamental en la comunid...	<1%
59	Publicación	Mehmet Söyler. "Examination of the effects of reactive agility and planned chang...	<1%
60	Trabajos del estudiante	Universidad de las Islas Baleares	<1%
61	Internet	cybertesis.unmsm.edu.pe	<1%
62	Internet	editorapantanal.com.br	<1%
63	Internet	repositorio.ucsm.edu.pe	<1%
64	Internet	repositorio.ucss.edu.pe	<1%
65	Trabajos del estudiante	unajma	<1%
66	Internet	www.flacsoandes.edu.ec	<1%
67	Internet	www.panoramaaudiovisual.com	<1%

68

Internet

www.sag.cl

<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL**



**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Calidad ambiental

**Chota, Cajamarca**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**

Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa,

Chota.

**AUTOR**

Homero Marcos Díaz Espinoza

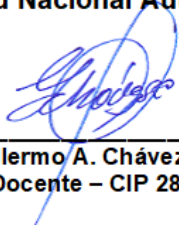
**ASESOR**

Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz

**CHOTA – PERÚ**

**Universidad Nacional Autónoma de Chota**

**JULIO, 2024**

  
Dr. Guillermo A. Chávez Santa Cruz  
Docente – CIP 28030

Anexo 01:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

REG. N° 008-2024-FCA


Siendo las 11.00 horas, del día 25 de septiembre de 2024, los miembros del Jurado de Tesis titulada: "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa", integrado por:

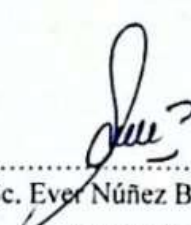
1. Dr. Marco Añaños Bedriñana (Presidente)
2. M. Sc. Ever Núñez Bustamante (Secretario)
3. M. Sc. Dennis Alvarino Cieza Tarrillo (Vocal)

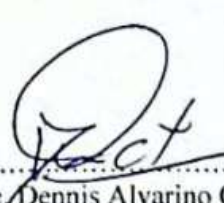
Sustentado de manera presencial por el Bach. Homero Marcos Díaz Espinoza, con la finalidad de obtener el Título profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerdan Aprobar por unanimidad la tesis, calificándola con la nota de: catorce (14), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el título profesional

Firmado en Colpa Matara, 25 de septiembre del 2024

  
.....  
Dr. Marco Añaños Bedriñana  
Presidente

  
.....  
M. Sc. Ever Núñez Bustamante  
Secretario

  
.....  
M. Sc. Dennis Alvarino Cieza Tarrillo  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por ser el pilar de mi vida, brindándome un amor inagotable, apoyo constante y sabias palabras que iluminaron mi camino. A mis hermanos, cuya motivación y constante aliento me recordaron que todo esfuerzo trae consigo una gran recompensa. Este logro es tanto de ustedes como mío; sin su presencia, no habría sido posible.

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, fueron parte de la culminación de esta tesis. A mi familia, por estar siempre a mi lado y ser mi fuente de fortaleza; a mis amigos, por su incansable apoyo y alegría contagiosa en los momentos difíciles; y a mis profesores, por su dedicación, paciencia y compromiso inquebrantable con mi desarrollo académico. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en este recorrido.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE SIMILITUD .....	2
ACTA DE SUSTENTACIÓN .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
Abstract.....	13
Capítulo I Introducción .....	14
1.1. Planteamiento del problema .....	14
1.2. Formulación del problema .....	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Objetivos .....	17
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	17
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	17
Capítulo II .....	18
Marco teórico .....	18
2.1. Antecedentes de la investigación .....	18
2.1.1. <i>Internacionales</i> .....	18
2.1.2. <i>Nacionales</i> .....	19
2.1.3. <i>Regionales</i> .....	21
2.2. Bases teóricas .....	22

2.2.1.	<i>El agua</i> .....	22
2.2.2.	<i>Fuentes de abastecimiento de agua</i> .....	23
2.2.3.	<i>Agua potable</i> .....	25
2.2.4.	<i>Escenario del abastecimiento del agua potable</i> .....	26
2.2.5.	<i>Calidad de agua para consumo humano</i> .....	28
2.2.6.	<i>Evaluación de la calidad del agua</i> .....	29
2.2.7.	<i>Parámetros de calidad de agua potable</i> .....	31
2.3.	Marco legal.....	36
2.3.1.	<i>Reglamento de la calidad de agua</i> .....	37
2.4.	Marco conceptual .....	38
2.4.1.	<i>Agua potable</i> .....	38
2.4.2.	<i>Agua cruda</i> .....	38
2.4.3.	<i>Agua tratada</i> .....	38
2.4.4.	<i>Desinfección de agua</i> .....	39
2.4.5.	<i>Cloración</i> .....	39
2.4.6.	<i>Límites Máximos Permisibles (LMP)</i> .....	39
2.5.	Hipótesis.....	39
2.6.	Operacionalización de variables.....	40
Capítulo III Marco metodológico .....		41
2.7.	Tipo y nivel de investigación .....	41
2.8.	Diseño de la investigación.....	41

2.9.	Métodos de investigación.....	41
2.9.1.	Identificación de los puntos de monitoreo .....	42
2.9.2.	Recolección de muestras .....	43
2.9.3.	Frecuencia de monitoreo .....	43
2.9.4.	Acondicionamiento, preservación y traslado de muestras .....	44
2.10.	Localización del área de estudio .....	44
2.11.	Población, muestra y muestreo.....	45
2.11.1.	<i>Población</i> .....	45
2.11.2.	<i>Muestra</i> .....	45
2.11.3.	<i>Muestreo</i> .....	45
2.12.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
2.12.1.	<i>Técnicas de recolección de datos</i> .....	45
2.12.2.	<i>Instrumentos de recolección de datos</i> .....	46
2.13.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	47
2.14.	Aspectos éticos.....	47
Capítulo IV Resultados y discusiones.....		49
4.1.	Resultados .....	49
4.1.1.	<i>Prueba de normalidad y varianza de los resultados obtenidos</i> .....	49
4.1.2.	<i>Parámetros físicos en el sistema de agua para consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa, Chota</i> .....	50
4.1.3.	<i>Análisis de los parámetros microbiológicos en el sistema de agua para consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa, Chota</i> .....	54

4.1.4.	<i>Comparación de resultados de la captación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</i>	57
4.1.5.	<i>Comparación los resultados del reservorio y las piletas con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano mediante el D.S N° 031-2010 -SA.</i>	59
4.2.	Discusión de resultados	65
4.2.1.	<i>Parámetros físicos del agua</i>	65
4.2.2.	<i>Parámetros químicos del agua</i>	67
4.2.3.	<i>Parámetros microbiológicos del agua</i>	69
4.2.5.	<i>Comparación de las concentraciones de los parámetros evaluados en el reservorio y las piletas con los LMP</i>	72
Capítulo V Conclusiones y recomendaciones		74
5.1.	Conclusiones	74
5.2.	Recomendaciones	75
Capítulo VI		76
Referencias		76
Capítulo VII Anexos		86

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Límites Máximos Permisibles de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de agua para consumo humano .....	37
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de variables.....	40
<b>Tabla 3</b> Puntos de monitoreo del sistema de agua de consumo humano de Colpa Pampa .....	42
<b>Tabla 4</b> Frecuencia de muestreo .....	44
<b>Tabla 5</b> Prueba de normalidad, ANOVA y Kruskal-Wallis .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa de localización de los puntos de monitoreo en la comunidad de Colpa Pampa, Chota.....	42
<b>Figura 2</b> Representación gráfica de la temperatura en las muestras de agua.....	50
<b>Figura 3</b> Representación gráfica de turbiedad en las muestras de agua.....	51
<b>Figura 4</b> Representación gráfica de sólidos disueltos totales en las muestras de agua.....	52
<b>Figura 5</b> Representación gráfica del potencial de hidrógeno en las muestras de agua.....	53
<b>Figura 6</b> Representación gráfica de conductividad eléctrica en las muestras de agua .....	54
<b>Figura 7</b> Representación gráfica de coliformes totales en las muestras de agua .....	55
<b>Figura 8</b> Representación gráfica de coliformes termotolerantes en las muestras de agua.....	56
<b>Figura 9</b> Representación gráfica de Escherichia Coli en las muestras .....	57
<b>Figura 10</b> Comparación de los parámetros evaluados en la captación con lo ECA .....	58
<b>Figura 11</b> Comparación de turbiedad con los LMP .....	59
<b>Figura 12</b> Comparación de potencial de hidrógeno con los LMP .....	61
<b>Figura 13</b> Comparación de conductividad eléctrica con los LMP.....	62
<b>Figura 14</b> Comparación de coliformes totales con los LMP .....	63
<b>Figura 15</b> Comparación de los valores de coliformes termotolerantes con los LMP.....	64
<b>Figura 16</b> Comparación de los valores de Escherichia Coli con los LMP .....	65

## Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del agua potable en la comunidad de Colpa Pampa, Chota. Se establecieron cuatro puntos de monitoreo en el sistema de agua potable: captación, reservorio, primera y última pileta de la red de distribución. La investigación es de tipo cuantitativa longitudinal y de nivel descriptivo comparativo. Se tomaron 16 muestras y se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos: turbiedad, pH, conductividad (CE), sólidos disueltos totales (SDT), temperatura, *Escherichia coli*, *Coliformes totales* y *termotolerantes*. Las temperaturas oscilaron entre 16,02 °C y 18,87 °C, la turbiedad varió de 0,11 a 0,33 NTU, y los SDT se encontraron entre 58 y 419 mg/L. El pH se situó entre 7,35 y 7,67; mientras que la CE estuvo entre 144 y 686 µS/cm. Se concluyó que los parámetros fisicoquímicos evaluados tanto en la captación del sistema como en el reservorio y las piletas se mantuvieron dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP), respectivamente. Sin embargo, en todos los puntos evaluados, los parámetros microbiológicos excedieron los estándares y límites permitidos por dichas normativas, lo que indica que el agua del sistema de abastecimiento de la comunidad de Colpa Pampa no es apta para consumo humano debido al riesgo que representan sus características microbiológicas.

**Palabras clave:** agua, consumo humano, calidad del agua, *Escherichia coli*, coliformes, parámetros fisicoquímicos.

## Abstract

The objective of this study was to evaluate the quality of drinking water in the community of Colpa Pampa, Chota. Four monitoring points were established in the drinking water system: catchment, reservoir, first and last basin of the distribution network. The research is of a longitudinal quantitative type and of a comparative descriptive level. Sixteen samples were taken and physicochemical and microbiological parameters were evaluated: turbidity, pH, conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), temperature, *Escherichia coli*, total coliforms and thermotolerants. Temperatures ranged from 16,02 °C to 18,87 °C, turbidity ranged from 0,11 to 0,33 NTU, and TDS ranged from 58 to 419 mg/L. The pH ranged between 7,35 and 7,67; while the EC was between 144 and 686  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . It was concluded that the physicochemical parameters evaluated both in the system catchment and in the reservoir and pools remained within the Environmental Quality Standards (EQS) and Maximum Permissible Limits (MPL), respectively. However, at all points evaluated, the microbiological parameters exceeded the standards and limits allowed by these regulations, indicating that the water in the Colpa Pampa community's water supply system is not suitable for human consumption due to the risk posed by its microbiological characteristics.

**Key words:** water, human consumption, water quality, *Escherichia coli*, coliforms, physicochemical parameters.

## Capítulo I

### Introducción

#### 1.1. Planteamiento del problema

El agua es un recurso fundamental para los seres humanos, mantiene la vida en el planeta e interviene prácticamente en casi todos los procesos fisiológicos (Salas, 2021), actúa como solvente universal transportando los diferentes nutrientes a lo largo de las células de todo ser vivo (Pérez, 2016), por tales razones, el acceso al agua es un derecho fundamental de los seres humanos (Ribeiro, 2018), pero debe cumplir con ciertos parámetros de calidad y disponibilidad para uso personal y doméstico (Peña y Araya, 2022). Sin embargo, la humanidad actualmente atraviesa problemas relacionados a la calidad y escasez del recurso.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) afirma que, más de 2000 millones de seres humanos en el mundo viven en regiones con escasas de agua y aproximadamente 1700 millones consumen agua contaminada. El déficit del recurso y el consumo de agua no potable limitan la calidad de vida y el desarrollo económico (Pandal y Pandal, (2021), los efectos más comunes se reflejan en la salud de las personas, ocasionando enfermedades como la diarrea, hepatitis, tifoidea, disentería (Lara y García, 2019), cólera, poliomielitis y gastroenteritis (Ramos. 2023), a causa de ello más de medio millón de personas mueren anualmente, en su mayoría niños menores a 5 años (OMS, 2023); esto debido a que el 30% de seres humanos a nivel mundial aun no cuentan con acceso al servicio de agua potable (Naciones Unidas, 2023).

En Perú, según Enríquez (2023) más de tres millones de personas no tienen acceso a un servicio de agua y otros siete millones se abastecen de agua entubada, a su vez, el Diario Oficial “El Peruano” (2023) especifica que, el 5.2% de peruanos en el área urbana no dispone del servicio, mientras que en la zona rural el porcentaje se incrementa a 23.7%, pese a que el Perú se encuentra entre los 20 países del mundo con mayor disponibilidad de agua (Defensoría del Pueblo, 2021). El Banco Mundial (2023) enfatiza que el agua es un factor crucial que impulsa

la producción y el desarrollo, además estima que dentro de dos décadas las tasas de crecimiento económico caerán en un 6% en algunas regiones, afectando la calidad de vida por el restringido acceso a los servicios de saneamiento, situación que aumentará la pobreza y consecuentemente la expansión de enfermedades (INEI, 2020), asimismo problemas de desnutrición y repercusiones en el desarrollo cognitivo (Dueñas et al., 2022). Para el 2022 las regiones con mayor número de casos de enfermedades gastrointestinales por el consumo de agua contaminada fueron: Loreto, Arequipa, Lima Sur, Lima Centro, Lima Este y Callao con 36 981, 36 306, 30 067, 24 276, 21 296 y 20 477 casos respectivamente (Ministerio de Salud [MINSAL], 2022).

Para tener acceso a un agua de calidad gestionada de manera segura, es necesario contar con infraestructura y controles de potabilización (Salas, 2021). El monitoreo frecuente donde se evalúen los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos es un aspecto clave que evitará consumir agua contaminada (Gonzales et al., 2023); otro de los aspectos a tener en cuenta son los sistemas de desinfección, estos deben estar diseñados en función a la calidad y cantidad de agua (Mamani et al., 2022). Según la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS, 2014) la dosis óptima de cloro debe ser suficiente para satisfacer la demanda y dejar una concentración de cloro residual de 1mg/L en cualquiera de los puntos en la red de distribución.

A nivel local, la población del caserío de Colpa Pampa, Chota se abastece de agua a través de un sistema de agua entubada, es decir, no cuenta con infraestructura de potabilización, sistema de cloración, además carecen de un programa de monitoreo para el control de calidad. El sistema tiene aproximadamente 15 años de antigüedad y las estructuras se encuentran en deterioro progresivo; desde su construcción hasta la fecha no se ha realizado un control de calidad, por lo tanto, no se conoce el contenido fisicoquímico y microbiológico del agua, lo que significa que la población está expuesta a contraer cualquier tipo de enfermedad

relacionada al consumo de agua. Todos los aspectos mencionados fueron determinantes para la implementación del estudio, a partir de eso, se evaluó los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el agua del sistema de agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa, Chota.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la calidad del agua de consumo humano en la comunidad de Colpa Pampa – Chota?

## **1.3. Justificación**

La población de la comunidad de Colpa Pampa consume un agua sin conocer las características fisicoquímicas y microbiológicas que permiten evaluar su calidad, el sistema de abastecimiento de agua no es suficiente en algunas estaciones del año, por consiguiente, la presente investigación permitió conocer si la calidad de estas aguas cumple con los límites máximos permisibles, en cuanto a parámetros químicos orgánicos e inorgánicos, microbiológicos, parasitológicos; establecidos en el reglamento de agua para el consumo humano del MINSA D.S N° 031-2010 -SA y ECAs D.S N°004-2017 MINAM. Con este estudio se obtuvieron datos reales para verificar la calidad del agua, lo que permitirá a las autoridades competentes establecer un plan de control, monitoreo y contingencia. Esto favorecerá a optimizar la calidad de vida de la población, promoviendo una mejor salud y bienestar. Al conocer las características del agua que consumen, se podrán implementar medidas efectivas para su mejora. Además, esta investigación proporcionará una base sólida para futuros estudios, monitoreos y otros proyectos que las autoridades puedan emprender con el objetivo de mejorar las condiciones de vida en las comunidades rurales.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano en la comunidad de Colpa Pampa, identificando parámetros microbiológicos y fisicoquímicos que puedan afectar la salud de sus habitantes.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar los parámetros fisicoquímicos (temperatura, turbidez, sólidos disueltos totales, pH y conductividad eléctrica) para evaluar su conformidad con las normativas de calidad del agua potable.
- Analizar los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes y escherichia coli) del agua en la comunidad de Colpa Pampa, incluyendo la detección de bacterias patógenas y otros microorganismos que puedan comprometer la salud pública.
- Comparar los resultados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano mediante el D.S N° 031-2010 - SA y con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM,

## Capítulo II

### Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Internacionales

López (2023) evaluó el agua de consumo humano en el Valle del Cauca, Colombia, en el cual analizó los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y determinó el índice de calidad del agua. Su estudio, de tipo descriptivo y cuantitativo con un diseño no experimental, incluyó la instalación de un punto de monitoreo en una fuente de abastecimiento (pozo subterráneo) y la toma de muestras en dos periodos del año: seco (enero) y lluvioso (octubre). Los resultados mostraron temperaturas que variaban de 19,90 a 29,80 °C, STD de 62 a 424 mg/L, pH de 4 a 7,9, CE de 47,6 a 597  $\mu$ S/cm, Coliformes totales de 0 a 33,000 NMP/100ml, coliformes termotolerantes de 0 a 4,100 NMP/100ml. Los niveles microbiológicos superaron los límites establecidos por la normativa colombiana, lo que llevó a la conclusión de que el agua no tratada no es apta para el consumo humano.

Méndez (2023) examinó la calidad del agua para consumo humano en Guastoya, Guatemala, con el fin de verificar si el agua consumida por la población cumple con los patrones de calidad. Su estudio, de carácter descriptivo y cuantitativo con un enfoque mixto y un diseño longitudinal y secuencial, incluyó muestreos anuales durante tres años en la captación del sistema de abastecimiento. Los resultados indicaron turbidez de 0,09 a 0,20 UNT, STD de 249,4 a 299,7 mg/L, pH de 7,34 a 7,5, y CE de 516 a 610,6  $\mu$ S/cm. Los datos de Coliformes totales y fecales superaron los 20 NMP/100 ml. La investigación concluye que, aunque los parámetros fisicoquímicos cumplen con la normativa guatemalteca, los microbiológicos no lo hacen, indicando que el agua no es adecuada para el consumo humano.

Ramos y Pinilla (2020) estudiaron la calidad de agua de consumo humano en Boyacá, Colombia cuyo objetivo fue evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. El

estudio, de tipo descriptivo y observacional, incluyó 288 puntos de monitoreo en las captaciones con muestreos realizados dos veces al año (en época de estiaje y lluvias), sumando un total de 576 muestras. Los resultados mostraron que, durante la temporada de estiaje, el 53% de las muestras cumplían con los límites máximos permitidos (LMP) para *Escherichia coli*, el 40% para Coliformes totales, el 35,4% para cloro residual y el 66,3% para turbidez. En la temporada de lluvias, los porcentajes fueron del 49,7% para *Escherichia coli*, el 49,7% para coliformes totales, el 26% para cloro residual y el 62,5% para turbidez. Se concluye que, durante la época de estiaje, un promedio del 48,8% de las muestras cumplían con los LMP, mientras que, en época de lluvia el 44,3% de las muestras cumplían con dichos límites.

Morales et al. (2019) investigaron el impacto de la “estacionalidad climática en la calidad del agua para consumo humano en San José, Costa Rica”. El estudio, de tipo descriptivo y transversal, incluyó seis estaciones de monitoreo (cuatro captaciones, planta de tratamiento y red de distribución) y realizó un total de 27 muestreos durante las estaciones seca y lluviosa. Los resultados mostraron temperaturas que oscilaron entre 15,4 y 20,40 °C, turbidez de 0,92 a 4,16 UNT, pH de 6,95 a 7,72, coliformes fecales de 0 a 5,400 NMP/100 ml, y CE de 150,20 a 220 µS/cm. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos cumplen con los límites máximos permitidos por la normativa costarricense, pero los parámetros microbiológicos no cumplen, indicando que el agua no es apta para el consumo.

### **2.1.2. Nacionales**

Ñahui (2023) analizó la calidad del agua para consumo humano en Yauli, Huancavelica, con el objetivo de identificar sus características fisicoquímicas y microbiológicas. El estudio, de tipo aplicado y descriptivo, estableció cuatro estaciones de muestreo, evaluando una muestra en cada una. Los resultados mostraron turbidez entre 0,3 y 2,0 NTU, sólidos totales disueltos (STD) de 55 a 188 mg/L, pH de 7,21 a 8,06, conductividad eléctrica (CE) de 46,90 a 277,80 µS/cm, Coliformes totales de 0 a 30 NMP/100ml, coliformes fecales menores a 1,8

NMP/100ml. Se concluyó que, aunque los parámetros fisicoquímicos y los coliformes fecales cumplen con la normativa peruana, los Coliformes totales superan los valores óptimos establecidos, determinando que el agua no es adecuada para el consumo humano.

Carrasco y Guaylupo (2022) evaluaron la calidad del agua de uso poblacional en Coyona, Huancabamba, Piura, con el fin de identificar las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua para consumo humano. En su estudio descriptivo de enfoque cualitativo, se tomaron como estaciones de monitoreo la captación, el reservorio y las tres redes de suministro de agua. Los resultados mostraron temperaturas de 19,20 a 23,00 °C, turbidez de 0,70 a 1,90 UNT, sólidos totales disueltos (SDT) de 28 a 31 mg/L, pH de 6,7 a 7,7, conductividad eléctrica (CE) de 52 a 61  $\mu\text{mho/cm}$ , Coliformes totales de 40 a 70UFC/100 ml y coliformes fecales menores a 1,8UFC/100 ml. Se concluyó que los parámetros físicos y químicos, así como los coliformes fecales, cumplen con los límites máximos permitidos por el D.S. 031-2010-SA, pero los Coliformes totales no cumplen con los estándares, estableciendo que el agua no tratada es dañina para el consumo humano.

Hoyos y Gamarra (2020) investigaron la calidad del agua potable en Bagua, Amazonas, para determinar las concentraciones de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. En su estudio cuantitativo con diseño transversal correlacional, se tomaron 110 muestras de conexiones domiciliarias entre enero y septiembre de 2018. Los resultados indicaron que el 54,55% de las muestras para cloro residual, el 85,45% para pH, el 20,90% para turbidez, el 27,08% para coliformes fecales y el 54,17% para Coliformes totales, no cumplieron con los límites máximos permitidos por el D.S. 031-2010-SA. Se concluyó que el agua consumida en Bagua no es adecuada para el consumo directo.

### **2.1.3. Regionales**

Morales (2022) analizó la calidad del agua para consumo humano en Paríamarca, Cajamarca, con el objetivo de caracterizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Este estudio descriptivo y transversal incluyó tres estaciones de muestreo y realizó análisis en dos períodos anuales (época de estiaje y temporada de lluvias), con un total de seis muestras. Durante la temporada de lluvias, se registraron valores de CE entre 906,20 y 1296  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH de 6,99 a 7,12, dureza de 558 a 720,4 mg/L, coliformes totales de 240 a 5400 NMP/100 ml y coliformes fecales de 1,8 a 2400 NMP/100 ml. En la época de estiaje, los valores fueron CE de 689 a 1062  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH de 6,97 a 7,27, dureza de 510 a 755 mg/L, coliformes totales de 1300 a 1400 NMP/100 ml y coliformes fecales de 170 a 1300 NMP/100 ml. Se concluyó que, aunque los parámetros fisicoquímicos cumplen con los LMP por el D.S. 031-2010-SA, los parámetros microbiológicos superan dichos límites, determinando que el agua no es adecuada para el consumo humano.

Guevara y Surita (2021) evaluaron la calidad del agua de consumo humano en La Huaca, Jaén, Cajamarca, con el objetivo de determinar su calidad. Este estudio descriptivo y analítico incluyó cinco estaciones de monitoreo (captación, reservorio y tres piletas domiciliarias) y tomó un total de diez muestras, analizadas dos veces al año. Los valores obtenidos fueron pH de 7,12 a 7,53; turbidez de 1,58 a 1,78 UNT, CE de 49,45 a 50,25  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , SDT de 0,9995 a 2,0155 mg/L, coliformes totales de 23 a 33 NMP/100 ml y coliformes fecales de 1,55 a 3,7 NMP/100 ml. Se concluyó que el agua no es apta para el consumo humano debido al exceso en los LMP para los parámetros microbiológicos establecidos en el D.S. 031-2010-SA, aunque los parámetros fisicoquímicos cumplen con las normas.

Suárez (2020) investigó la calidad del agua de consumo humano en el distrito de José Sabogal, San Marcos, Cajamarca, con el propósito de identificar el impacto de las aguas residuales en la calidad del agua. Este estudio descriptivo y comparativo de tipo transversal

incluyó tres puntos de monitoreo (dos captaciones y un reservorio) y tomó dos muestras en cada punto. Los resultados mostraron temperaturas de 13,1 a 14,4 °C, turbidez de 0,05 a 1,11 UNT, SDT de 296 a 369 mg/L, pH de 6,95 a 7,90, coliformes totales de 1,0 a 5400 NMP/100 ml y coliformes fecales de 1,0 a 170 NMP/100 ml. Los parámetros fisicoquímicos se mantuvieron dentro de los LMP por el D.S. 031-2010-SA, pero los parámetros microbiológicos los excedieron, concluyendo que el agua no es adecuada para el consumo humano.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. El agua**

Se refiere a una sustancia vital para la vida en la tierra, que desempeña múltiples funciones y que se encuentra en diferentes estados físicos. Además, juega un papel fundamental en numerosos procesos biológicos y físicos, como la hidratación de los seres vivos, la medida de temperatura corporal, la facilitación de reacciones químicas, el transporte de nutrientes y desechos, entre otros. (Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2018).

Desempeña un papel esencial en la vida cotidiana de las familias, siendo un recurso clave no solo para satisfacer las necesidades básicas como el consumo, la higiene y la preparación de alimentos, sino también para mantener la salud y bienestar general de sus miembros. Además, su disponibilidad y calidad influyen directamente en la prosperidad económica, ya que sectores como la agricultura, la industria, y otros servicios dependen de un suministro constante y adecuado de agua para su funcionamiento eficiente (Yañez, 2019). Si el suministro de agua se ve comprometido, ya sea por reducción o por un uso ineficiente y desmedido, las consecuencias pueden ser devastadoras. Estas consecuencias incluyen desde la escasez de alimentos, problemas de salud pública, hasta la disminución de la productividad económica, lo que a su vez puede llevar al estancamiento o retroceso del desarrollo tanto a nivel familiar como en la sociedad en general. Esto subraya la importancia de una gestión sostenible y responsable del recurso hídrico para asegurar el progreso y bienestar continuos.

Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2019) el agua es el líquido fundamental para la supervivencia de todo ser vivo. Además, es un componente fundamental en nuestro territorio y juega un papel crucial en los procesos naturales. Su efecto se extiende a todos los aspectos de la vida, por ende, todos los seres vivos necesitamos el agua para nuestra supervivencia.

Ojeda y Santa Cruz (2017) por su parte afirman que, a lo largo de los años, hemos comprobado que, si no la utilizamos adecuadamente este recurso importante se puede agotar. La escasez de agua ha ido en aumento debido a la falta de conocimiento sobre su uso correcto. Esto puede llevarnos a la falta de suministro de agua, lo que provocaría enfermedades, un crecimiento económico deficiente, intranquilidad en la sociedad y conflictos por su uso.

Obando et al. (2019) establecen que el agua en las últimas décadas viene siendo contaminada por diversos factores, entre los cuales se tiene a los vertimientos de aguas residuales de las urbanizaciones, mineras, industrias y también aquellas aguas provenientes de la agricultura donde se usa pesticidas, plaguicidas, insecticidas, entre otros químicos, modificando las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua afectando no solamente a las fuentes superficiales, sino que también a las subterráneas.

## **2.2.2. Fuentes de abastecimiento de agua**

### **2.2.2.1. Aguas superficiales**

Hacen referencia a toda masa de agua que se encuentran en la superficie terrestre, como ríos, lagos, lagunas, embalses y estanques. Estas aguas son visibles y pueden ser fácilmente accesibles para el ser humano. Son alimentadas por precipitaciones, como la lluvia y el derretimiento de la nieve, y se acumulan en depresiones naturales o artificiales en la tierra. Las aguas superficiales juegan un papel crucial en la hidrología, el ciclo del agua y la existencia de vida en la Tierra. Además, son utilizadas para diversos fines humanos, como el suministro de

agua potable, la generación de energía hidroeléctrica, la irrigación de cultivos y la recreación (Ibañez, 2018).

Según Mendoza (2018) las aguas superficiales se componen de elementos y compuestos químicos que se encuentran disueltos, suspendidos o en forma de sedimentos. Los principales elementos disueltos en el agua superficial incluyen iones de sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruro, sulfato, bicarbonato y nitrato. Estos elementos provienen de la disolución de minerales y compuestos presentes en la tierra, rocas y suelos a través de la erosión y la escorrentía. Además, contienen sustancias suspendidas como sedimentos, arcilla, limo y materia orgánica en descomposición. Estas sustancias son arrastradas por la corriente del agua y pueden afectar tanto la transparencia como la calidad físicoquímicas del agua.

Fernández (2012) menciona que la cantidad de agua superficiales en el planeta son variables y dependen de factores como la precipitación, la evaporación, las corrientes oceánicas, entre otros. Aproximadamente el 71% de la superficie del planeta está cubierta por agua, de la cual el 96,5% corresponde a los océanos, el 1,7% a los glaciares y casquetes polares, y solo el 0,3% son aguas dulces superficiales, como lagos, ríos y humedales.

#### **2.2.2.2. Aguas subterráneas**

Los cuerpos de agua que se encuentran debajo de la zona en la que vivimos son conocidos como aguas subterráneas. Estas se han filtrado a lo largo de los años a través de la gravedad, atravesando la tierra y diferentes masas de agua como pozos, arroyos, lagos y reservorios. A pesar de que las aguas subterráneas constituyen la mayor parte del agua dulce en estado líquido, no son accesibles en su mayoría para ser utilizadas (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2017).

La creación de aguas subterráneas de forma natural es muy diversa y depende de las condiciones hidrológicas y geológicas en la cuenca. La particularidad físicoquímicas y

biológica de un cuerpo de agua nos permite observar su estado, ya sea en términos espaciales o temporales. La geoquímica explica los procesos fisicoquímicos, geológicos y biológicos que ocurren durante la formación del agua, lo cual influye en su calidad (Herrera et al., 2018).

Según Fernández (2012) el 30% del agua dulce del mundo se encuentra en acuíferos subterráneos; el volumen de éstos varía dependiendo de la región y las condiciones geológicas. Algunas áreas tienen grandes cantidades de agua subterránea y se conocen como acuíferos principales, como el Acuífero Guaraní en América del Sur, que es uno de los acuíferos más grandes y se extiende por varios países. Sin embargo, es importante destacar que el acceso y la disponibilidad del agua subterránea son diferentes para cada región en el mundo.

### **2.2.3. Agua potable**

Es aquella que se considera adecuada para el consumo humano, habiendo sido sometida a procesos de tratamiento y purificación para eliminar cualquier sustancia o microorganismo que pueda representar un riesgo para la salud. Para que el agua sea considerada potable, debe cumplir con estrictos estándares de calidad establecidos por autoridades sanitarias como la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estos estándares aseguran que el agua sea segura para su uso en actividades diarias esenciales como beber, preparar alimentos, higiene personal, y otras actividades domésticas (Rodríguez et al., 2018).

La importancia del acceso a agua potable es tal que la OMS (2017) lo define como un derecho humano fundamental, indispensable para la salud y el bienestar de las personas. La falta de acceso a agua potable segura, junto con un saneamiento inadecuado, se encuentra entre las principales causas de enfermedades y muertes evitables a nivel mundial. Ante esta situación, la OMS promueve políticas que aseguren el acceso equitativo y sostenible al agua potable, trabajando para mejorar la calidad del agua y garantizar su disponibilidad para todos. Entre sus esfuerzos se incluye la implementación de medidas para prevenir la contaminación del agua,

controlar los riesgos asociados para la salud, y la adopción de estrategias efectivas para el tratamiento y gestión segura del agua residual, protegiendo así tanto la salud pública como el medio ambiente.

Es indispensable que los sistemas encargados de suministrar agua potable operen con la máxima eficiencia para asegurar la integridad y bienestar del consumidor final. Esto implica que el agua suministrada debe cumplir con estrictos estándares bacteriológicos, físicos, y químicos establecidos por el Ministerio de Salud, cuyo objetivo principal es garantizar que la población pueda consumir agua de óptima calidad sin que esta represente un riesgo para la salud (Ibañez, 2018).

Además, la conservación del agua potable es vital para asegurar su disponibilidad a largo plazo, una preocupación que ha sido destacada por Aguilar y Monsalve (2018). La conservación no solo implica el uso eficiente del agua, sino también la protección de las fuentes hídricas y la implementación de sistemas de gestión sostenible. Estos autores subrayan la importancia de mantener la seguridad del suministro de agua potable, evitando interrupciones que puedan ser causadas por fenómenos naturales, contaminación o deterioro de las infraestructuras. La planificación y la gestión adecuadas son esenciales para garantizar un suministro continuo y confiable de agua potable, lo cual es crucial no solo para la salud pública, sino también para el desarrollo sostenible de las comunidades (Aguilar y Monforte, 2018).

Este enfoque integral hacia el manejo del agua potable refleja la importancia de adoptar políticas y prácticas que no solo aseguren la calidad y disponibilidad del recurso en el presente, sino que también preserven estos recursos vitales para las generaciones futuras.

#### ***2.2.4. Escenario del abastecimiento del agua potable***

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), aproximadamente el 71% de la población mundial tenía acceso a agua potable gestionada de forma segura en sus

hogares en 2017. No obstante, esta cifra es engañosa cuando se observa a nivel regional y por países, ya que las diferencias son notables. En muchas regiones, especialmente en áreas rurales y países en desarrollo, el acceso a agua potable sigue siendo limitado o inexistente. Además, la OMS señala que alrededor de 2,200 millones de personas en todo el mundo aún consumen agua contaminada, lo que representa aproximadamente el 29% de la población mundial. Esta situación es alarmante, ya que el consumo de agua no segura tiene graves implicaciones para la salud pública.

Domínguez (2010) destaca que la falta de acceso a fuentes de agua potable seguras, junto con la contaminación por productos químicos, materia fecal, y otros agentes patógenos, son las principales causas de esta crisis. La contaminación del agua no solo afecta la disponibilidad de agua potable, sino que también pone en riesgo la vida de millones de personas al facilitar la propagación de enfermedades. Según Cabezas (2018), el consumo de agua contaminada provoca la difusión de enfermedades graves, tales como la diarrea, hepatitis A, cólera, y otras infecciones que pueden tener consecuencias fatales, especialmente en poblaciones vulnerables.

En la región de América Latina y el Caribe, algunos países han logrado gestionar de manera adecuada los servicios de agua potable. Esto significa que las viviendas cuentan con acceso directo a agua segura, disponible durante todo el año y libre de contaminación (Monteiro, 2018). Sin embargo, estos avances no son uniformes en toda la región, y persisten grandes disparidades entre diferentes áreas geográficas y socioeconómicas.

En el caso específico de Perú, la situación del suministro de agua potable sigue siendo motivo de preocupación. Según la Municipalidad Distrital de Miraflores (2021), entre 7.0 y 8.0 millones de individuos en el país necesitan acceso seguro al agua potable, con la capital, Lima, siendo una de las zonas más afectadas. La ciudad de Lima enfrenta un desafío único debido a

su ubicación geográfica; situada en un desierto, la ciudad recibe apenas 9 milímetros de lluvia al año, lo que agrava la escasez de agua potable y pone en riesgo la seguridad hídrica de sus habitantes. Esta situación exige una gestión hídrica más eficiente y sostenible, junto con políticas públicas que prioricen el acceso equitativo al agua potable como un derecho fundamental de todos los ciudadanos.

Ante esta realidad, es imperativo que se implementen estrategias tanto a nivel local como nacional para garantizar un acceso seguro y continuo al agua potable. Estas estrategias deben incluir la mejora de infraestructuras, la protección de fuentes de agua, y la educación sobre el uso responsable del agua, todo ello con el fin de asegurar que el acceso al agua potable no sea un privilegio, sino un derecho universal garantizado para todos.

#### ***2.2.5. Calidad de agua para consumo humano***

Se refiere al estado del agua que cumple con los estándares y requisitos necesarios para garantizar la salud y seguridad de las personas que la consumen. Estos estándares incluyen la ausencia de contaminantes y sustancias nocivas en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud humana (Alarcón, 2019). La calidad del agua es esencial no solo para la salud individual, sino también para el bienestar de las comunidades y el desarrollo sostenible de las sociedades.

Gonzales (2018) destaca que la buena calidad del agua es fundamental en diversos aspectos: protege la salud humana, mantiene la seguridad alimentaria, preserva el medio ambiente, promueve el desarrollo económico y garantiza la sostenibilidad de los recursos hídricos para las generaciones futuras. El agua de buena calidad es un pilar sobre el cual se construyen comunidades saludables y prósperas, y su disponibilidad es crucial para el crecimiento y la estabilidad de cualquier sociedad.

A pesar de los avances tecnológicos para proteger y mejorar la calidad del agua, a menudo se subestima su importancia y se sigue contribuyendo a su deterioro. La contaminación del agua se ve agravada por actividades humanas como el vertido incontrolado de aguas residuales, el vertido de residuos sólidos, la contaminación por vertidos de petróleo y la gestión insostenible de los sistemas de agua potable. Además, la sobreexplotación involuntaria del agua también contribuye a su escasez y al deterioro de su calidad (Ibañez, 2018).

Esto tiene graves consecuencias, como el agotamiento de los recursos hídricos y la disminución de la calidad del agua disponible para el consumo humano. Las prácticas irresponsables comprometen no sólo la disponibilidad de agua para la generación actual, sino también la capacidad de las generaciones futuras para acceder al agua potable. Por lo tanto, es esencial adoptar medidas eficaces para proteger y gestionar de forma sostenible los recursos hídricos, en particular fomentando un uso responsable y consciente del agua y reforzando las infraestructuras de tratamiento y distribución.

El desafío de asegurar agua de calidad para todos es complejo, pero necesario. Requiere un compromiso global para reducir la contaminación, mejorar las prácticas de conservación y gestión del agua, y educar a la población sobre la importancia de preservar este recurso vital. Solo a través de un esfuerzo concertado y continuo será posible garantizar que todas las personas tengan acceso a agua potable segura, protegiendo así la salud pública y asegurando un futuro sostenible para todos.

#### ***2.2.6. Evaluación de la calidad del agua***

Se trata de un proceso exhaustivo diseñado para determinar si el agua es aceptable para diversos usos, como el consumo humano, la industria, la agricultura, el ocio y otros usos específicos. El proceso implica medir y analizar una serie de parámetros físicos, químicos y

biológicos para determinar si el agua cumple las normas y reglamentos establecidos para cada tipo de uso (Aguilar y Navarro, 2018).

Vásquez (2017) destaca que este proceso se basa en la aplicación de técnicas y procedimientos que han sido rigurosamente desarrollados y evaluados a lo largo del tiempo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) desempeña un papel crucial en este aspecto al proporcionar una guía que establece directrices y estándares internacionales para evaluar la calidad del agua, con el propósito de proteger la salud humana. Estas directrices son aplicadas globalmente, asegurando un enfoque uniforme en la protección y gestión de los recursos hídricos. La calidad del agua se evalúa considerando una amplia gama de parámetros, incluyendo la presencia de sustancias químicas, microorganismos patógenos y otros posibles contaminantes.

Para llevar a cabo la evaluación de la calidad del agua, se emplean diversas técnicas analíticas que permiten obtener resultados precisos y fiables. Es fundamental considerar las unidades de medida utilizadas, así como los procesos de muestreo que aseguran la representatividad de las muestras recogidas. La planificación adecuada de la evaluación es esencial, y en muchos casos se hace necesario implementar planes y programas de monitoreo sistemático. Estos programas no solo permiten obtener una visión detallada y continua de la calidad del agua, sino que también facilitan la identificación de tendencias y problemas emergentes, lo que es crucial para la toma de decisiones y la implementación de medidas correctivas o preventivas (Ibañez, 2018).

Una evaluación adecuada de la calidad del agua implica una planificación meticulosa que considera múltiples factores, tales como la definición de índices de calidad, los usos previstos del agua, las características de las fuentes de agua. Estos factores están interrelacionados con los posibles contaminantes presentes en el agua y con los usos específicos

que se le dará al recurso hídrico. Por lo tanto, es crucial que la evaluación contemple no solo la identificación de contaminantes, sino también la consideración del impacto potencial que estos pueden tener sobre la salud humana, los ecosistemas y las actividades económicas relacionadas con el agua (Ruiz, 2019).

### ***2.2.7. Parámetros de calidad de agua potable***

#### **2.2.7.1. Potencial de hidrógeno (pH)**

Es un parámetro crucial que mide la acidez o alcalinidad de una sustancia, solución o medio, y se expresa en una escala numérica que varía de 0 a 14. En esta escala, un valor de 7 se considera neutro, mientras que valores inferiores a 7 indican acidez, y valores superiores a 7 indican alcalinidad (Aguilar y Navarro, 2018). Este parámetro es fundamental en diversos contextos, especialmente en la evaluación de la calidad del agua para consumo humano, ya que puede influir significativamente en la salud pública y en la eficiencia de los procesos de tratamiento del agua.

La Unidad de Salud Ambiental, a través de la Oficina de Epidemiología y Salud Ambiental (2015), destaca que existen guías internacionales que especifican los rangos adecuados de pH para las aguas destinadas al consumo humano. Estas guías generalmente recomiendan que el pH del agua potable se mantenga entre 6 y 9 unidades, asegurando así que el agua no sea corrosiva ni tenga un sabor desagradable. Este rango es lo suficientemente amplio para minimizar riesgos asociados tanto con la acidez como con la alcalinidad del agua.

En cuanto a la normativa nacional, el Ministerio de Salud (MINSa, 2011) establece un rango ligeramente más estrecho para el pH del agua destinada al consumo humano, recomendando que se sitúe entre 6,5 y 8,5 unidades. Este rango está diseñado para garantizar que el agua consumida por la población sea segura y cumpla con los estándares de calidad requeridos para evitar problemas de salud asociados con el consumo de agua fuera de estos

parámetros. La adherencia a estos rangos es esencial, no solo para proteger la salud pública, sino también para asegurar que los sistemas de distribución de agua no sufran daños debido a la corrosión o incrustaciones causadas por un pH inadecuado.

#### **2.2.7.2. Temperatura**

Es un factor crucial que influye en una amplia gama de procesos biológicos, químicos y físicos que ocurren en los ecosistemas acuáticos. Es fundamental para el desarrollo y la supervivencia de la vida acuática, ya que afecta directamente la solubilidad del oxígeno en el agua, la tasa metabólica de los organismos, y el comportamiento de otros parámetros esenciales como el pH, la conductividad y la toxicidad de ciertos compuestos químicos. Por ello, la temperatura se considera un indicador clave de la calidad del agua.

La medición de la temperatura se realiza comúnmente utilizando el método de termometría, que requiere la medición directa en el campo para obtener datos precisos y relevantes. Esta práctica es esencial, ya que la temperatura del agua puede variar considerablemente en función de factores como la hora del día, la profundidad del agua, y las condiciones climáticas. Sin una evaluación precisa de la temperatura, es difícil interpretar correctamente otras variables fisicoquímicas y biológicas, ya que muchas de ellas están interrelacionadas con este parámetro.

Es importante destacar que los valores aceptables de temperatura para un cuerpo de agua no pueden ser establecidos sin una comprensión detallada del ecosistema acuático en cuestión. Cada ecosistema tiene sus propias características y requisitos específicos, y lo que puede ser un rango de temperatura óptimo en un entorno podría ser perjudicial en otro. Por lo tanto, la evaluación de la temperatura del agua debe realizarse en el contexto de un análisis más amplio de la salud y la estabilidad del ecosistema acuático, para asegurar que las condiciones ambientales sean adecuadas para la biodiversidad y el equilibrio ecológico (Gonzales, 2018).

### **2.2.7.3. Sólidos Totales Disueltos (STD)**

son el resultado de diversos procesos naturales que ocurren en el ambiente, como la erosión y la mineralización del suelo. Durante estos procesos, se desprenden partículas muy pequeñas, que incluyen sales disueltas, minerales y metales, que se integran en el agua. Este parámetro es ampliamente considerado un buen indicador de la calidad del agua, ya que la presencia de estos sólidos puede influir en diversas características del agua, incluyendo su sabor, olor, y apariencia.

La Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (USEPA) clasifica a los STD como un contaminante secundario, dado que su presencia en concentraciones elevadas puede dar al agua una apariencia turbia, disminuir su sabor y, en algunos casos, aumentar su olor. Por estas razones, se sugiere que el agua potable no contenga más de 500 mg/L de STD. Sin embargo, en ciertos contextos, como en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA en Perú, se establece un límite máximo de 1000 mg/L, permitiendo cierta flexibilidad dependiendo de las condiciones locales y los estándares de calidad específicos.

La determinación de los STD en el agua implica un procedimiento meticuloso. Primero, se obtiene un volumen de una muestra de agua bien homogenizada. Luego, esta muestra se seca a un peso constante en un rango de temperatura entre 103 °C y 105 °C. El aumento de peso de la muestra tras el secado representa la cantidad de sólidos disueltos totales presentes. Este método es crucial para garantizar que el agua cumpla con los estándares de calidad establecidos y para evaluar su idoneidad para diversos usos, incluyendo el consumo humano, la agricultura y la industria (Ruiz, 2019).

La determinación de este parámetro consiste en obtener un volumen de una muestra bien homogenizada, para luego secar a un peso constante a 103 °C a 105°C. El aumento de peso luego del secado representa los sólidos disueltos totales (Ruiz, 2019).

#### **2.2.7.4. Turbidez**

La turbidez es una característica clave del agua, la cual se refiere a la opacidad o falta de claridad del agua debido a la presencia de partículas suspendidas. Estas partículas pueden provenir de diversas fuentes naturales y antropogénicas. Según Soriano (2018), la turbidez se origina principalmente por la erosión de las cuencas hidrográficas, que arrastra sólidos hacia los cuerpos de agua. Además, las actividades humanas, como la deforestación, la agricultura intensiva, la construcción, y el vertido de desechos industriales y domésticos en ríos, quebradas, lagos, lagunas y manantiales, contribuyen significativamente al aumento de la turbidez en el agua.

La turbidez no solo afecta la apariencia del agua, sino que también es un indicador crítico de su calidad. La presencia de partículas suspendidas puede facilitar el crecimiento de microorganismos patógenos, los cuales representan un riesgo para la salud humana. Por lo tanto, medir la turbidez es esencial para evaluar la seguridad del agua para el consumo humano y otros usos.

Existen varios métodos para medir la turbidez, pero el método nefelométrico es el más utilizado debido a su precisión y confiabilidad. Este método emplea un turbidímetro, un dispositivo que mide la intensidad de la luz dispersada por las partículas suspendidas en el agua. Los resultados de la medición se expresan en Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT), que son la unidad estándar para cuantificar la turbidez del agua.

En el contexto de la legislación peruana, el Decreto Supremo N° 031-2010-SA establece un Límite Máximo Permisible (LMP) de 5 UNT para el agua potable. Este estándar es crucial para garantizar que el agua distribuida a la población sea segura y no represente un riesgo para la salud pública. Cumplir con este límite es fundamental para asegurar que el agua sea apta para el consumo humano y no favorezca la proliferación de microorganismos patógenos.

#### **2.2.7.5. Conductividad eléctrica**

Es una expresión en valores de la capacidad que tiene el agua para conducir electricidad. La disociación de iones genera la capacidad de transportar corriente, la temperatura está muy relacionada con este parámetro puesto que varía la concentración de acuerdo a las variaciones de temperatura, es recomendable la medición en campo de tal manera que no se altere las concentraciones. Pero en laboratorio se mide a 25°C sus unidades son expresadas en  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (Solís et al., 2018). En el D.S N° 031-2010 –SA, se establece un LMP de 1500  $\mu\text{mho cm}^{-1}$ .

#### **2.2.7.6. Coliformes totales**

Estas bacterias coliformes son indicadoras de contaminación del agua, es decir que hay presencia de elementos patógenos que alteran la calidad del agua, estas bacterias necesitan de diversos aspectos ecológicos para su supervivencia (Cortes et al., 2019). Los coliformes totales son bacterias que están en el medio ambiente y su principal característica es que son anaeróbicas y aeróbicas gram negativas y no esporuladas de una forma larga; para hacer una lectura de estas coliformes se pasa por un proceso de incubación en un medio de cultivo de 24 horas a 35°C (Aguilar, 2018). El LMP dispuesto en el D.S N° 031-2010 –SA es de 0 UFC 100  $\text{mL}^{-1}$  a 35°C, y en caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1.8 /100 ml.

#### **2.2.7.7. Coliformes termotolerantes**

Conocidos como coliformes fecales, son un grupo de bacterias que se encuentran comúnmente en el tracto digestivo de los animales y en sus excrementos. Según Aguilar (2018), estas bacterias son denominadas termotolerantes debido a su capacidad para sobrevivir y multiplicarse a temperaturas elevadas, específicamente hasta 45°C. Se incluye microorganismos como *Escherichia coli* (*E. coli*), que es el representante más conocido y significativo de los Coliformes fecales, así como *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* (Alarcón, 2019).

Los coliformes termotolerantes se utilizan como indicador de la calidad del agua porque la presencia de coliformes indica la posible presencia de contaminación fecal y, por tanto, la presencia de otros agentes patógenos que pueden ser peligrosos para la salud humana. La medición de estos coliformes es esencial para evaluar la seguridad del agua de consumo humano.

La detección de coliformes termotolerantes se realiza comúnmente mediante el análisis de la fermentación de lactosa. En este proceso, las bacterias fermentan la lactosa produciendo ácido y gas, un resultado que se observa tras incubar las muestras a 44.5°C. Los resultados obtenidos de esta prueba se expresan en términos de Número Más Probable (NMP) en 100 ml de agua (Cortés et al., 2019).

En cuanto a los estándares de calidad del agua establecidos en la normativa peruana, el Decreto Supremo N° 031-2010-SA estipula un Límite Máximo Permisible (LMP) de 0 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por 100 mL a 44.5°C para los coliformes termotolerantes. Esto significa que, el agua propuesta al consumo humano no debe contener coliformes fecales. Si se utiliza la técnica del NMP por tubos múltiples, el valor aceptable es inferior a 1.8 por 100 mL. Cumplir con estos estándares es esencial para garantizar que el agua sea segura y libre de contaminación fecal, protegiendo así la salud pública.

### **2.3. Marco legal**

En Perú, la gestión del agua destinada al consumo humano está regulada por las autoridades del Ministerio de Salud (MINSA). Este ministerio se encarga de establecer y hacer cumplir las normativas relacionadas con la calidad del agua, delegando responsabilidades a las Direcciones Ejecutivas de Salud Ambiental. Estas direcciones tienen la tarea de garantizar que se cumplan rigurosamente las normas técnicas dentro de sus competencias.

### 2.3.1. *Reglamento de la calidad de agua*

El Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, establecido por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA (MINSA, 2011), proporciona un marco normativo para la gestión de la calidad del agua potable en Perú. Este reglamento define claramente los procedimientos y responsabilidades para garantizar que el agua destinada al consumo humano cumpla con los estándares de calidad establecidos. Entre los aspectos clave cubiertos por el reglamento se incluyen:

- **Control y Supervisión de la Calidad:** El reglamento establece mecanismos para la monitorización constante de la calidad del agua potable, asegurando que se mantenga dentro de los parámetros aceptables.
- **Autorización y Fiscalización:** Se define el proceso para la autorización de sistemas de suministro de agua potable, la fiscalización y el registro sanitario de estos sistemas.
- **Publicación y Acceso a la Información:** Se requiere la publicación de información sobre la calidad del agua potable, garantizando que el público tenga acceso a datos relevantes sobre la seguridad del agua que consumen.

Este reglamento es aplicable a todos los servicios de agua potable, ya sean públicos, municipales o privados, sin importar el sistema o red de distribución utilizado. Incluye directrices para la prevención y el control de la contaminación de las aguas en cualquier estado físico.

**Tabla 1**

*Límites Máximos Permisibles de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de agua para consumo humano*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>LMP</b>
Parámetros físicos		
Temperatura	-	-

Turbidez	UNT	5
Sólidos disueltos totales	mgL <sup>-1</sup>	1000
Parámetros químicos		
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad eléctrica (25°C)	µmho/cm	1500
Parámetros microbiológicos		
Coliformes totales	UFC/100mL a 35 °C	0 (*)
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL a 44,5 °C	0 (*)
Escherichia Coli	UFC/100mL	0 (*)

*Nota.* UNT= Unidad nefelométrica de turbiedad; µmho/cm= micromho por centímetro; UFC= Unidad formadora de colonias; (\*) = En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =< 1,8/100 ml. Ministerio de Salud (2011).

## 2.4. Marco conceptual

### 2.4.1. Agua potable

Es aquella que cumple con los estándares de calidad necesarios para ser segura y adecuada para el consumo humano. Para ser considerada potable, el agua debe pasar por rigurosos procesos de tratamiento y purificación que aseguran su limpieza y seguridad. Esto incluye la eliminación de sustancias peligrosas y microorganismos patógenos que podrían causar enfermedades (Valentín y Hernández, 2018).

### 2.4.2. Agua cruda

Se refiere al agua que se encuentra en su estado natural, sin haber pasado por ningún proceso de purificación o tratamiento. Es el agua que se encuentra en ríos, lagos, embalses, manantiales u otras fuentes naturales de agua. Este tipo de agua puede contener impurezas, microorganismos y contaminantes (García y Correa, 2018).

### 2.4.3. Agua tratada

se refiere al agua que ha pasado por procesos específicos de tratamiento y purificación para eliminar contaminantes, sustancias nocivas o impurezas que puedan estar presentes. Este proceso es esencial para garantizar que el agua sea segura para diversos usos, incluyendo el consumo humano, industrial, y agrícola (MINSa, 2015).

#### **2.4.4. Desinfección de agua**

“Es un proceso crítico diseñado para eliminar o inactivar microorganismos patógenos, tales como bacterias, virus y protozoos, que pueden estar presentes en el agua. Este tratamiento es esencial para asegurar que el agua sea óptima para el consumo humano y para diversas aplicaciones, como en procesos industriales y agrícolas” (García y Correa, 2018).

#### **2.4.5. Cloración**

Es un proceso fundamental en el tratamiento de agua que consiste en agregar cloro al agua con el fin de desinfectarla y eliminar microorganismos potencialmente perjudiciales para la salud humana. Este método de desinfección es ampliamente utilizado debido a su eficacia, bajo costo y capacidad para proporcionar una protección residual contra la contaminación (García y Correa, 2018).

#### **2.4.6. Límites Máximos Permisibles (LMP)**

Son valores máximos de las concentraciones de parámetros, que no deben superarse al momento de evaluar la calidad del agua de consumo a fin de evitar cualquier tipo de contaminación (MINSA, 2015).

### **2.5. Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** El agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA y con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en D.S. N° 004-2017-MINAM.

**H<sub>1</sub>:** El agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa no cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA y con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en D.S. N° 004-2017-MINAM.

## 2.6. Operacionalización de variables

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad</b>
Agua de consumo humano	Parámetros fisicoquímicos	Turbidez	NTU
		Conductividad	uS/cm
		Sólidos Disueltos Totales	mg/L
		pH	pH
		Temperatura	°C
		Coliformes totales	NMP/100 ml
Calidad de agua del sistema de abastecimiento	Parámetros microbiológicos	Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml
		Escherichia Coli	NMP/100 ml
		Captación	ECA
Reservorio	Piletas	ECA	ECA
		LMP	LMP

*Nota.* NTU= Unidad Nefelométrica de Turbidez; uS/cm= microSiemens/cm y NMP= Número Mas Probable

## **Capítulo III**

### **Marco metodológico**

#### **2.7. Tipo y nivel de investigación**

La investigación es cuantitativa longitudinal de nivel descriptivo comparativo. Cuantitativa porque permite observar y medir los fenómenos para luego expresarlos numéricamente (Hernández & Mendoza, 2020). Y tiene un nivel descriptivo comparativo porque permite describir, caracterizar y comparar valores obtenidos entre indicadores (Muggeburg y Pérez, 2007).

#### **2.8. Diseño de la investigación**

El estudio es de diseño no experimental longitudinal. En las investigaciones no experimentales no se manipulan variables ni se controlan las condiciones de investigación, solo se recopilan datos y se analizan (Hernández & Mendoza, 2020). El estudio es longitudinal porque los datos son obtenidos durante un periodo prolongado de tiempo (Vega et al., 2021).

#### **2.9. Métodos de investigación**

Se utilizó el método descriptivo mediante la técnica de la observación que llevó a obtener y caracterizar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa del distrito de Chota. Los datos recopilados permitieron analizar y sintetizar la información para luego verificar si resultados de la captación cumplen con ECA establecidos por el Decreto Supremo 004-2017-MINAM y si los resultados del reservorio y las piletas cumplen con los LMP establecidos en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano mediante el D.S N° 031-2010 -SA y concluir si la población consume agua de buena calidad. Este método permitió desarrollar diferentes procesos, los mismos que se realizaron en base a los lineamientos del protocolo de procedimientos para la toma de muestras de agua de consumo humano establecidas en la Resolución Directoral N° 160 – 2015/DIGESA/SA.

### 2.9.1. Identificación de los puntos de monitoreo

Se establecieron cuatro sitios de monitoreo en el sistema de agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa, los mismos que fueron identificados utilizando el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) en el sistema de coordenadas Universal Trasversal de Mercator (UTM).

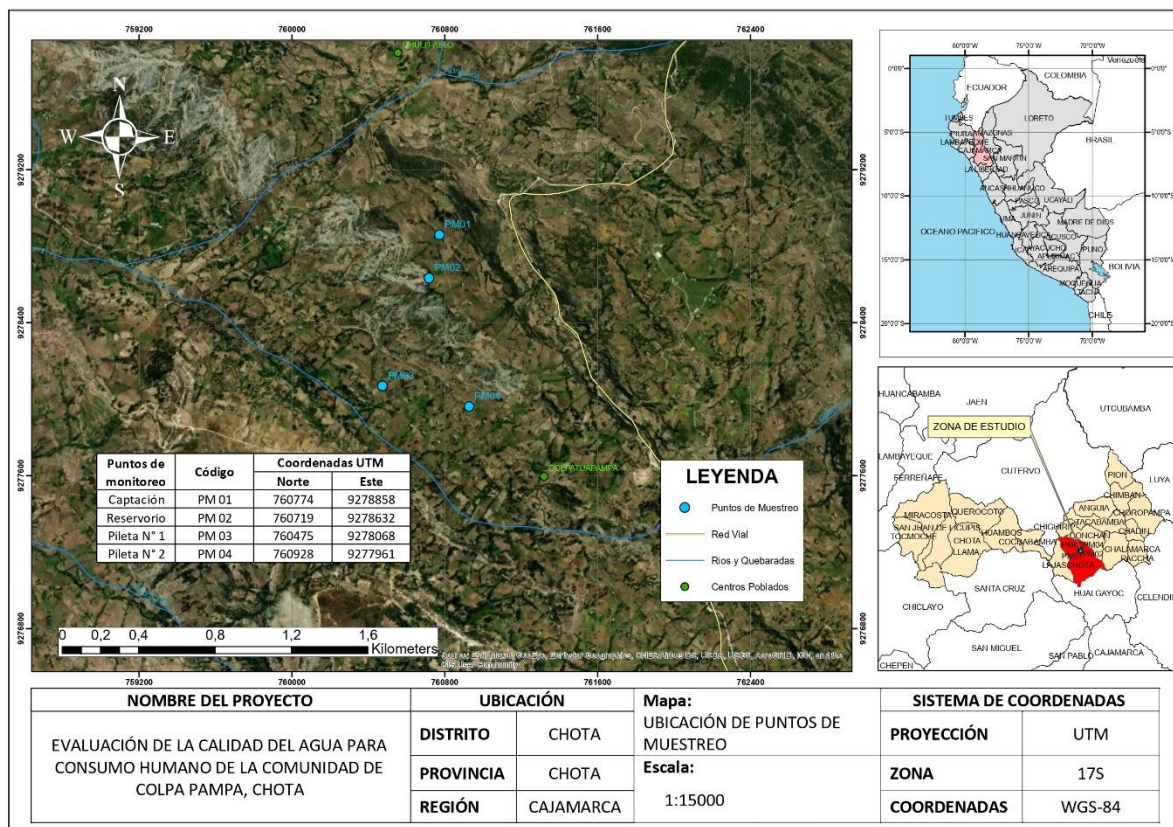
**Tabla 3**

*Puntos de monitoreo del sistema de agua de consumo humano de Colpa Pampa*

Puntos de monitoreo	Código	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
Captación	E1 (PM01)	9278858	760774
Reservorio	E2 (PM02)	9278632	760719
Pileta N° 1	E3 (PM03)	9278068	760475
Pileta N° 2	E4 (PM04)	9277961	760928

**Figura 1**

*Mapa de localización de los puntos de monitoreo en la comunidad de Colpa Pampa, Chota*



### 2.9.2. Recolección de muestras

Las muestras fueron tomadas considerando el espacio aproximado de 2,5 cm de la capacidad de los envases, esto con el fin de permitir la expansión, adición de preservantes y homogenización.

#### **Consideraciones generales previas a la toma de muestras:**

- **En la captación.** Se removió todo tipo de malezas de alrededor de la tapa, rejilla y malla.
- **En el reservorio.** Se eliminó todo tipo de malezas de la tapa y esta se removió teniendo en cuenta que no caiga ningún residuo al interior.
- **En los grifos o piletas.** Se verificó que los grifos no tengan fugas y se removió todo tipo de objeto ajeno a este, luego se desinfectó interna y externamente con alcohol, posteriormente se dejó correr el agua durante dos minutos.

#### **Consideraciones durante la toma de muestras:**

- **Muestras fisicoquímicas.** Los envases se enjuagaron tres veces con la finalidad de eliminar cualquier sustancia existente ajena a la muestra, luego fueron llenados hasta el límite y tapados herméticamente para su posterior traslado.
- **Muestras microbiológicas.** Para este caso la muestra se tomó directamente sin necesidad de enjuagar el envase, se evitó el contacto para no contaminar la muestra, los envases se llenaron dejando un espacio para una posterior agitación en el laboratorio, finalmente fueron tapados herméticamente para su traslado.

### 2.9.3. Frecuencia de monitoreo

Las muestras fueron tomadas en temporada de lluvia con la finalidad de obtener mayor representatividad, en esta temporada las fuentes de agua suelen contraer mayor cantidad de sustancias suspendidas, situación que favoreció el propósito de la presente investigación según

la naturaleza de los parámetros evaluados. Por tal motivo, las muestras fueron tomadas desde el mes de octubre de 2023 hasta enero del 2024.

**Tabla 4**

*Frecuencia de muestreo*

<b>Mes</b>	<b>N° de muestreos</b>	<b>N° muestras</b>	<b>Parámetros evaluados</b>
Octubre	01	04	Turbiedad, pH, Conductividad,
Noviembre	01	04	Sólidos diluidos totales, Temperatura,
Diciembre	01	04	Escherichia Coli y Coliformes totales
Enero	01	04	y termotolerantes

#### **2.9.4. Acondicionamiento, preservación y traslado de muestras**

**Rotulado e identificación.** Se registró los siguientes datos: codificación, coordenadas, ubicación, fecha y hora, tipo de análisis requerido y datos del que realizó el muestreo.

**Llenado de cadena de custodia.** En esta se registró los parámetros a analizar, tipo de frasco, volumen, número de muestras, reactivos de preservación, condiciones de conservación, operador del muestreo y otra información relevante.

**Acondicionamiento y envío.** Las muestras fueron selladas herméticamente para evitar derrame durante el traslado y acondicionadas en un Cooler, los recipientes de vidrio fueron embalados para evitar rupturas, luego se trasladaron hacia el laboratorio bajo condiciones adecuadas de temperatura mediante el uso de hielo como material refrigerante y teniendo en cuenta la caducidad de tiempo que fue de 6 horas como máximo.

#### **2.10. Localización del área de estudio**

El estudio se realizó en la comunidad de Colpa Pampa, del distrito de Chota, las coordenadas (UTM) referenciales de ubicación son 761300,79 este; 9278265,71 norte, a una altitud de 2740 m.s.n.m. de la zona 17 S del sistema WGS-84 (Figura 1). El clima de la provincia de Chota es de tipo lluvioso, semifrío y húmedo, sin presencia de lluvias en las

estaciones de otoño e invierno, cuenta con una temperatura promedio de 15,6 °C, la precipitación mensual es de 958,1 mm.

## **2.11. Población, muestra y muestreo**

### ***2.11.1. Población***

Lo conformó el agua del sistema de agua de consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa. Sistema que contine los componentes de captación, reservorio, línea de aducción y conducción, y la red de distribución.

### ***2.11.2. Muestra***

Establecida por 16 litros de agua, cantidad total recolectada durante los muestreos distribuidos equitativamente de la siguiente manera: 4 muestras de 1 litro en la captación, 4 en el reservorio, 4 en el primer grifo y 4 en el último grifo de la red de distribución.

### ***2.11.3. Muestreo***

El tipo de muestreo aplicado fue el aleatorio simple, en este caso lo primero que se determinó fueron los puntos de muestreo, los mismos que se tomaron teniendo en cuenta lo establecido en la R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA. Es así que se determinó aleatoriamente como puntos, a la captación, reservorio y dos grifos en los domicilios con la finalidad de constatar las variaciones en la concentración de los parámetros desde la fuente de captación hasta la red de distribución.

## **2.12. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### ***2.12.1. Técnicas de recolección de datos***

**Muestreo.** A través de esta se pudo tomar las muestras en diferentes puntos a lo largo del sistema de abastecimiento de agua. Estas muestras dieron parte a la determinación de la presencia de contaminantes en el agua y ayudaron a definir la calidad del agua. Permite tomar

una porción o subconjunto de la población de interés y estudiar esa muestra en lugar de la población completa (Otzen y Manterola, 2017).

**Observación.** Mediante la observación se logró determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua. Esta técnica permitió evaluar parámetros que brindan información objetiva sobre el fenómeno u objeto en estudio (Hernández et al., 2014).

**Análisis documental.** Permitió recabar información útil antes, durante y después del desarrollo de la investigación, dando parte a la aplicación de métodos, técnicas y procedimientos que ayudaron a cumplir con los objetivos propuestos, así como también mediante esta técnica se pudo determinar si el agua cumple o no con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA. Básicamente se enfoca en recopilar y analizar información existente (Dulzaides y Molina, 2004).

### ***2.12.2. Instrumentos de recolección de datos***

**Fichas de registro.** Estas fichas fueron una herramienta útil para registrar y documentar los resultados de las evaluaciones de calidad del agua, lo que permitió un seguimiento y análisis adecuado de los datos, así como la toma de decisiones informadas. Este instrumento permite recopilar y organizar datos (Hernández et al., 2014).

**Guías de análisis.** Permitieron organizar la información recopilada que luego sirvió para establecer métodos, técnicas y procedimientos en la investigación. Estas guías incluyen una serie de indicadores o elementos clave que deben ser evaluados de manera sistemática (Dulzaides y Molina, 2004).

**Matrices de análisis.** Facilitaron el cotejo y la comparación de los resultados obtenidos con los LMP establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA y ayudaron a determinar la calidad del

agua. Este instrumento permite utilizar tablas o matrices que ayudan a dilucidar más rápido la información (Giesecke, 2020).

### **2.13. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

De acuerdo con los objetivos de la presente investigación para el procesamiento y análisis de datos se aplicó el análisis de tendencias. Esta permitió analizar los datos recopilados a lo largo del tiempo para identificar posibles tendencias o variaciones en la calidad de agua y a través de los diferentes puntos del sistema de agua.

Se utilizó el programa Microsoft Excel mediante el cual se pudo analizar y procesar datos para luego cotejarlos y compararlos con los LMP y ECA de la normativa nacional. Estos procedimientos ayudaron a presentar los resultados en tablas y gráficos permitiendo el acceso a información deducible, puntual y específica.

### **2.14. Aspectos éticos**

Los aspectos éticos aplicados durante el desarrollo de esta investigación responden a:

**Consentimiento informado.** Todos los participantes, asesor, asistentes de campo, responsables y asistentes de laboratorio, comité de la Junta Administradora de Servicio y Saneamiento (JASS), operario del sistema y usuarios fueron debidamente informados del propósito y objetivos de la investigación, además de los posibles beneficios y riesgos, así como la opción voluntaria de participar en el estudio.

**Manipulación y sesgo.** la investigación se desarrolló de manera transparente y honesta, específicamente en la recopilación, procesamiento de datos y presentación de resultados. Se evitó la manipulación de los resultados o escoger selectivamente los datos que respalden la hipótesis preconcebida. Además, se tuvo en cuenta y se abordó cualquier sesgo potencial en el diseño y la ejecución del estudio.

**Divulgación y transparencia de resultados.** Los resultados de la investigación fueron comunicados de manera inmediata, clara y comprensible, tanto a los participantes como a la comunidad científica en general, promoviendo frecuentemente la transparencia y la rendición de cuentas en la divulgación de los hallazgos, de esta manera se garantizó que la información sea de fácil acceso para todos.

## Capítulo IV

### Resultados y discusiones

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Prueba de normalidad y varianza de los resultados obtenidos

Se realizaron análisis estadísticos para evaluar la significancia de las diferencias en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos monitoreados; primero se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

La Tabla 5 muestra que los parámetros fisicoquímicos presentaban una distribución normal ( $p > 0.05$ ), por lo que se utilizó la prueba estadística ANOVA para evaluar si hay diferencias significativas entre las medias de los diferentes puntos de monitoreo. Por otro lado, los parámetros microbiológicos no presentaron una distribución normal ( $p < 0.05$ ), por lo que se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. De las pruebas realizadas se deduce que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no presentan diferencias significativas entre los puntos de monitoreo.

**Tabla 5**

*Prueba de normalidad, ANOVA y Kruskal-Wallis*

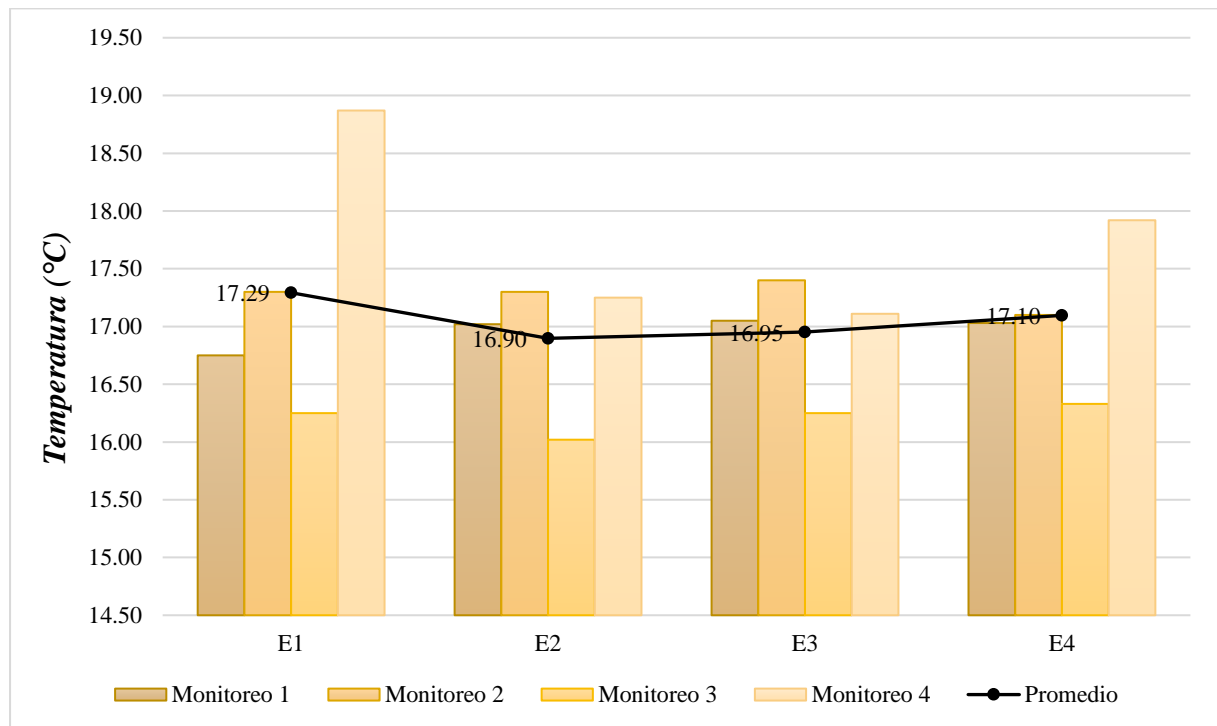
Parámetros	Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk	ANOVA	Kruskal-Wallis
	Sig.	Sig.	Sig.
Turbiedad (UNT)	0,093	0,113	No aplica
Conductividad (uS/cm)	0,169	0,962	No aplica
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	0,338	0,810	No aplica
pH (Unidad de pH)	0,922	0,997	No aplica
Temperatura (C°)	0,109	0,884	No aplica
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	0,005	No aplica	0,599
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	0,023	No aplica	0,741
Escherichia Coli (NMP/100 ml)	0,01	No aplica	0,475

#### 4.1.2. *Parámetros físicos en el sistema de agua para consumo humano de la comunidad de Colpa Pampa, Chota*

En la siguiente Figura 2 se muestra los valores obtenidos para el parámetro de temperatura en los diferentes puntos y momentos de monitoreo. Se puede apreciar que la temperatura se mantuvo entre 16,02 y 18,87 °C, con promedios entre 16,90 y 17,29 °C. Por otro lado, se observa una ligera variación de la temperatura en el monitoreo 4 (M4) a diferencia del resto de monitoreos que se mantienen casi constantes. Se puede apreciar un aumento significativo en la estación de monitoreo 1 (E1), seguido de una ligera disminución en la E2 y E3, y un pequeño incremento en la E4. Los resultados similares obtenidos demuestran que este parámetro no se ve afectado por factores externos como las condiciones climáticas.

**Figura 2**

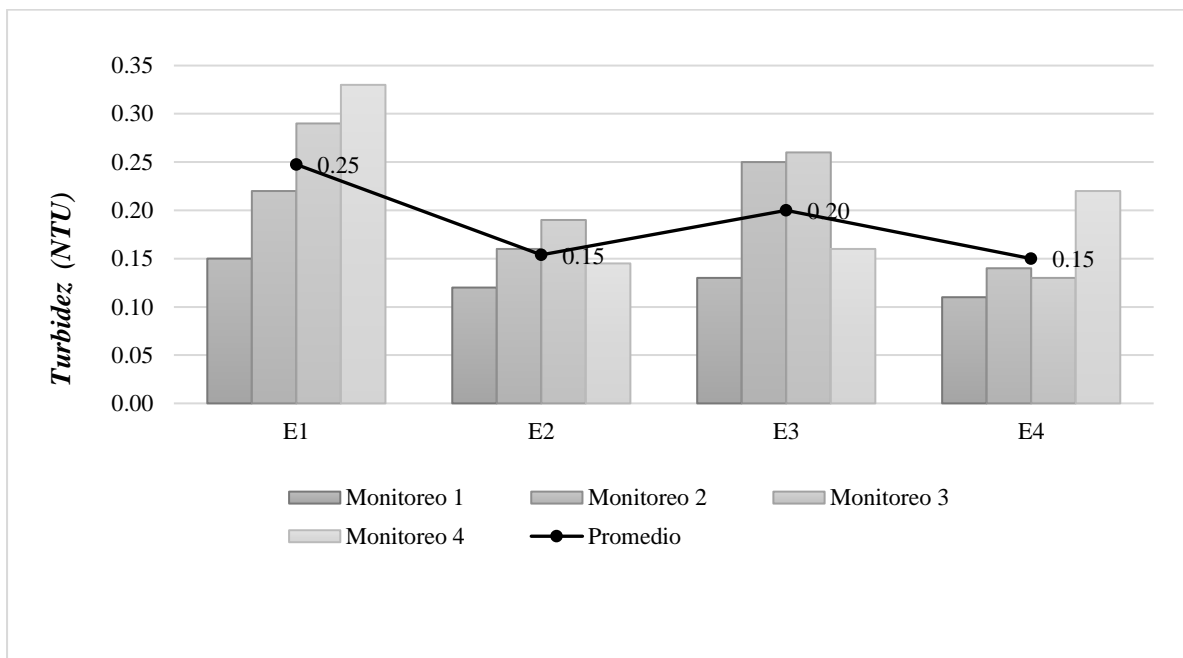
*Representación gráfica de la temperatura en las muestras de agua*



En la Figura 3 se muestra los valores conseguidos para el parámetro de turbiedad en los diferentes puntos y momentos de monitoreo. Se puede apreciar que la turbiedad se mantuvo entre 0,11 y 0,33 NTU, con promedios entre 0,15 y 0,25 NTU. A la vez, se observa ligeras variaciones de turbiedad en la E1 y E3, a diferencia de los otros puntos de monitoreo. En la E1 se puede apreciar un aumento progresivo de turbiedad, esto puede deberse a la temporada del año, puesto que, el monitoreo en la E1 se realizó en octubre en escasa presencia de lluvia, por el contrario, el monitoreo en la E4 se realizó en enero en presencia de mayor precipitación, esto ha llevado a aumentar la turbiedad debido al incremento en el caudal del manantial. En cambio, los valores en la E3 son versátiles, esto puede deberse a la manipulación del operario en la válvula de distribución a la salida del reservorio, debido a que la E3 es en la primera vivienda de la red de distribución. Los cambios en la presión y el caudal del agua conllevan a la variación en la turbiedad.

### Figura 3

*Representación gráfica de turbiedad en las muestras de agua*

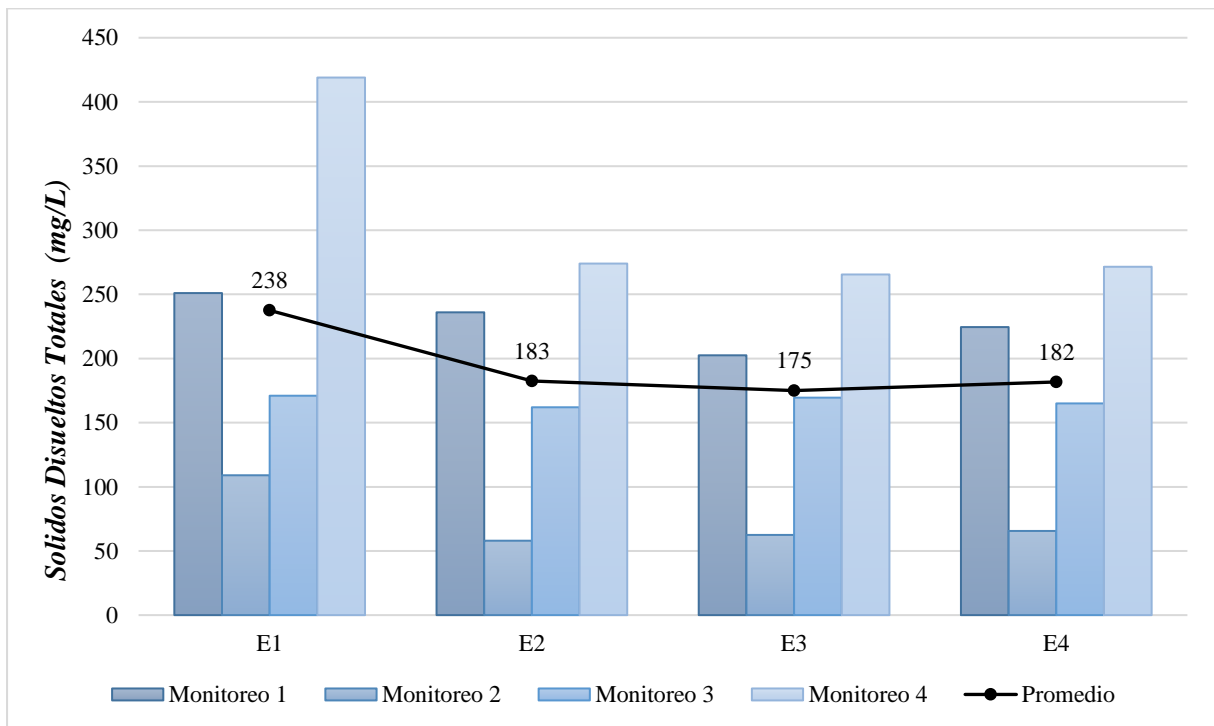


*Nota.* NTU= Unidades de turbidez nefelométricas.

En la Figura 3 se presenta las concentraciones obtenidas para el parámetro de SDT en los diferentes puntos y momentos de monitoreo. Se puede apreciar que las concentraciones se mantuvieron entre 63 y 419 mg/L, con promedios entre 175 y 238 mg/L. Además, se puede notar valores elevados en el monitoreo de la E1 y E4. Asimismo, se observa una ligera variación en los monitoreos, pero las concentraciones en las estaciones se mantienen casi constantes. Se puede apreciar valores bajos de SDT en el monitoreo de la E2 y valores más pronunciados en el monitoreo de la E4. La variación en los resultados demuestra que el parámetro analizado viene condicionado por factores externos como las condiciones climáticas, obteniendo valores más elevado en el monitoreo de la E1 y la E4 debido a la presencia de lluvias leves en octubre e intensas en enero.

**Figura 4**

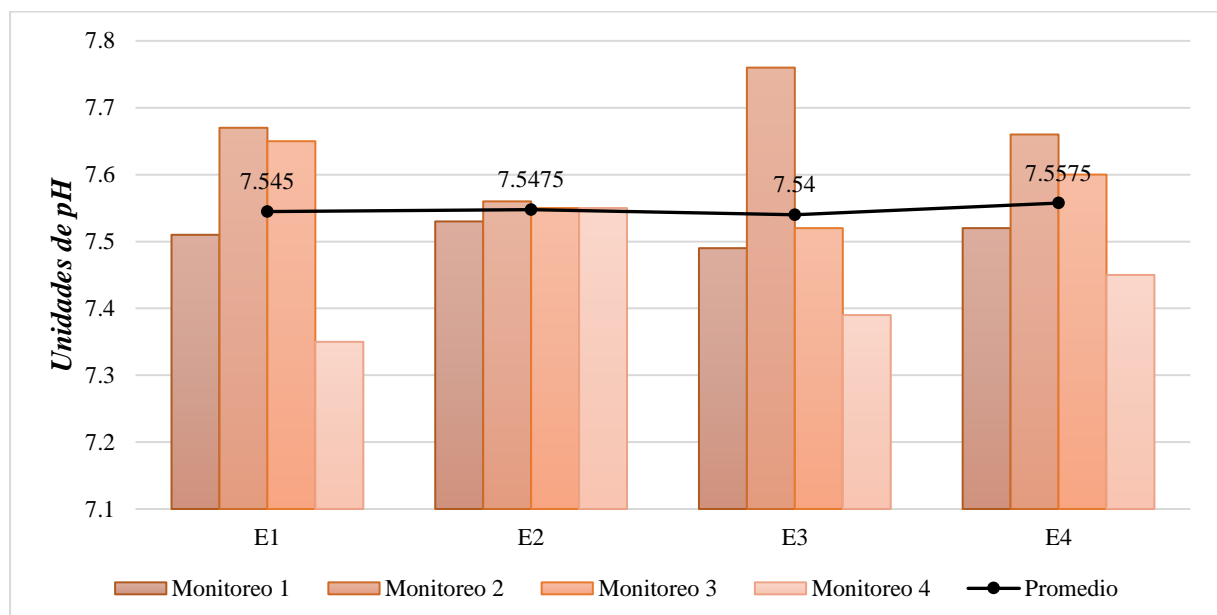
*Representación gráfica de los sólidos disueltos totales en las muestras de agua*



En la Figura 5 se muestra los valores obtenidos para el parámetro de pH en los diferentes puntos y momentos de monitoreo. Se puede apreciar que el pH se mantuvo entre 7,35 y 7,67; con promedios entre 7,54 y 7,56. A la vez, se puede constatar que no hubo variaciones significativas, manteniéndose un pH neutro casi constante durante los monitoreos. Esto indica que, existe presencia equilibrada de iones de hidrógeno ( $H^+$ ) y iones de hidróxido ( $OH^-$ ) en el agua. Además, se puede apreciar que este parámetro no muestra alteraciones significativas por intervención de factores externos como las condiciones climáticas.

**Figura 5**

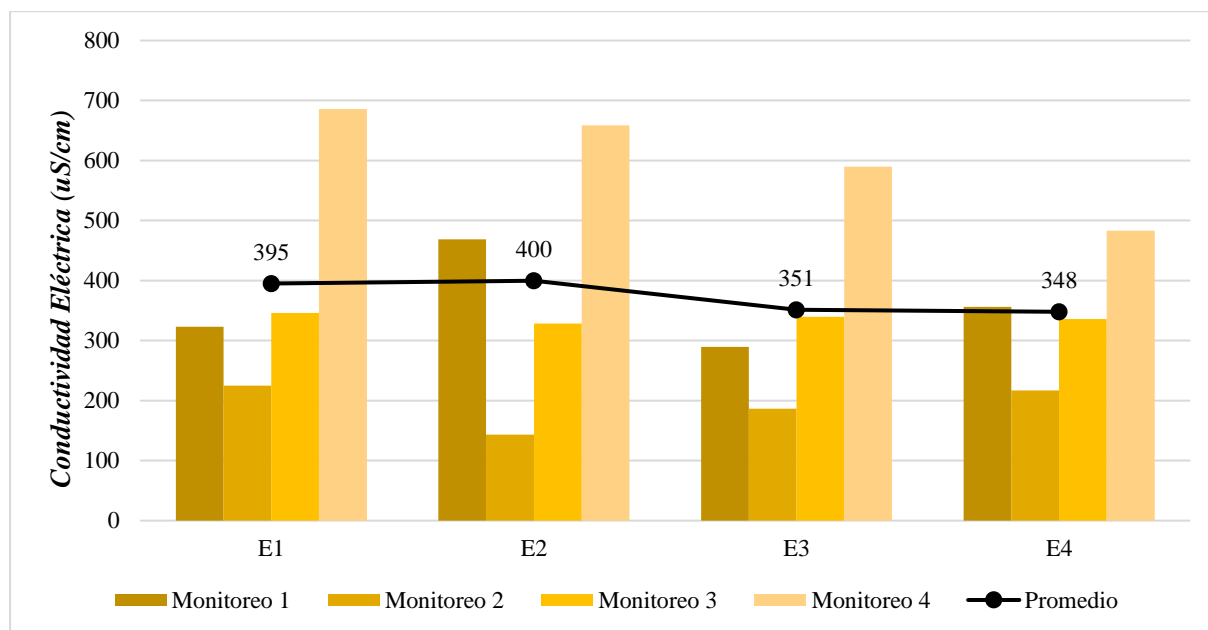
*Representación gráfica del potencial de hidrógeno en las muestras de agua*



En la Figura 6 se presenta los valores conseguidos para el parámetro de CE en los diferentes puntos y momentos de monitoreo. Este parámetro se mantuvo entre 144 y 686  $\mu S/cm$ , con promedios entre 348 y 400  $\mu S/cm$ . A la vez, se evidencia valores más elevados en los monitoreos de la E1 y E4, dejando en evidencia que el parámetro analizado viene determinado por factores externos como los eventos climáticos, debido a que hubo presencia de lluvias leves en octubre e intensas en enero, condiciones que han afectado a los monitoreos antes mencionados, lo cual ha generado mayor caudal en el manantial y consecuentemente el arrastre de sales minerales y otras partículas que tienden a incrementar la CE en el agua.

**Figura 6**

*Representación gráfica de conductividad eléctrica en las muestras de agua*



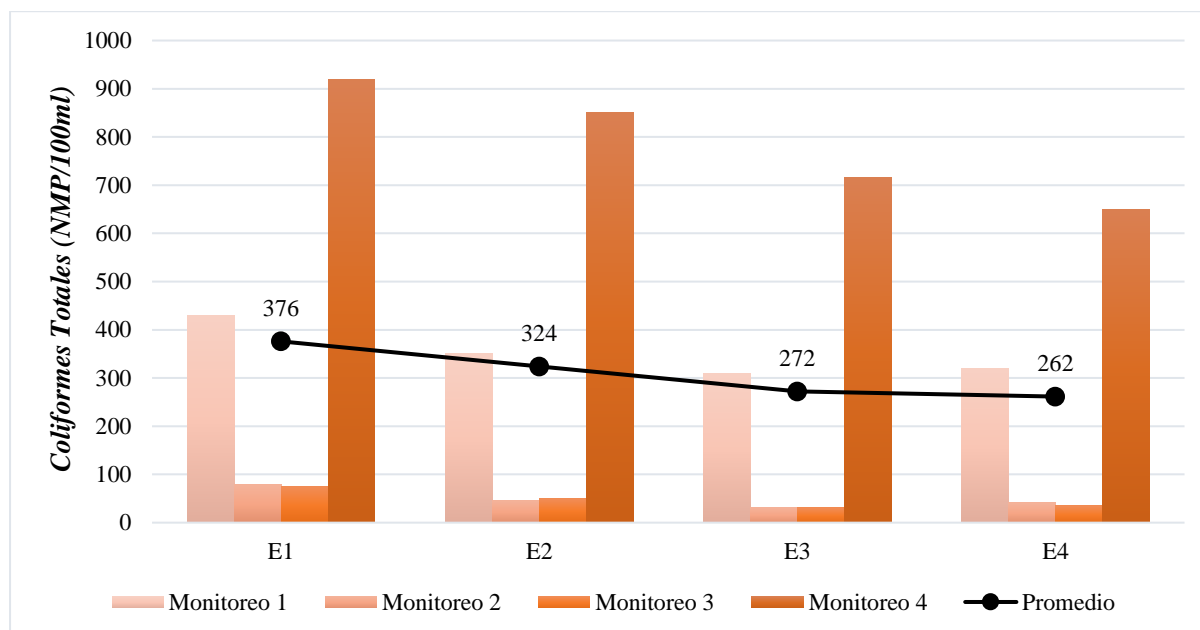
*Nota.*  $\mu\text{S/cm}$ : micro Siemens por centímetro

#### ***4.1.3. Análisis de los parámetros microbiológicos en el sistema de agua para consumo humano de la comunidad de colpa Pampa, Chota***

Se presenta las concentraciones obtenidas para el parámetro de Coliformes Totales en los diferentes puntos y momentos de monitoreo. Este parámetro se mantuvo entre 31 y 920 NMP/100 ml, con promedios de 324 a 376 NMP/100 ml; a la vez, se evidencia concentraciones elevadas en el monitoreo de la E1 y E4 a diferencia de los demás monitoreos. Las variaciones en los resultados demuestran que el parámetro en mención viene determinado por factores externos como los eventos climáticos, por eso los valores elevados en los meses con presencia de lluvias que fueron poco intensas en el mes de octubre, escasas en los meses de noviembre y diciembre e intensa en el mes de enero. Esto ha podido producir arrastre de materia fecal de animales y materia orgánica que ha contaminado el manantial y se ha distribuido a lo largo del sistema de agua, esto justifica el incremento de coliformes en el monitoreo de la E1 y E4.

**Figura 7**

*Representación gráfica de Coliformes totales en las muestras de agua*

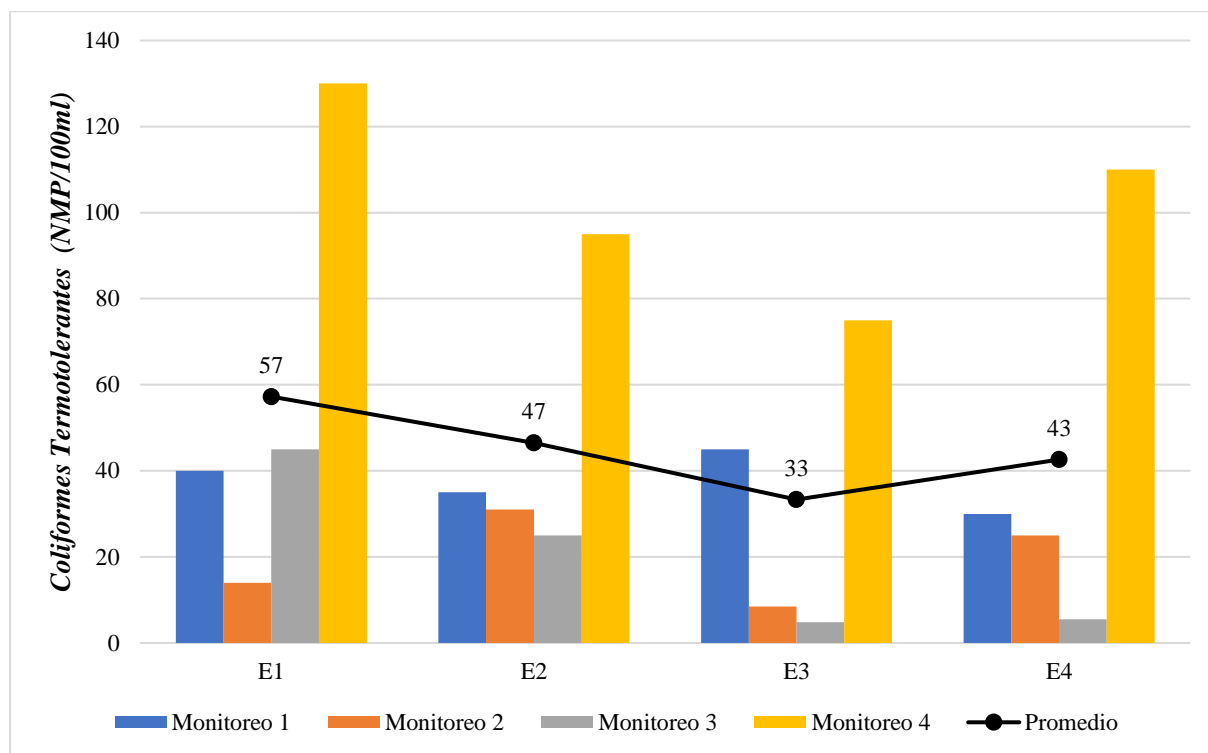


*Nota.* NMP = Número más probable

La Figura 8 presenta las concentraciones obtenidas para el parámetro de Coliformes Termotolerantes. Este parámetro se mantuvo entre 5 y 130 NMP/100 ml, con promedios de 33 a 57 NMP/100 ml y un promedio total de 45 NMP/100 ml. A la vez, se evidencia que las concentraciones se mantienen casi constantes en los puntos de monitoreo. Se evidencia concentraciones elevadas en el monitoreo de la E4. Esto demuestra que el parámetro en mención viene determinado por factores externos como los eventos climáticos. Las precipitaciones constantes en el mes de enero han podido producir arrastre de materia fecal de animales y materia orgánica que ha incrementado la concentración de Coliformes Termotolerantes en el manantial y se ha distribuido a lo largo del sistema de agua, situación que explica el incremento en el monitoreo de la E4.

**Figura 8**

*Representación gráfica de Coliformes Termotolerantes en las muestras de agua*

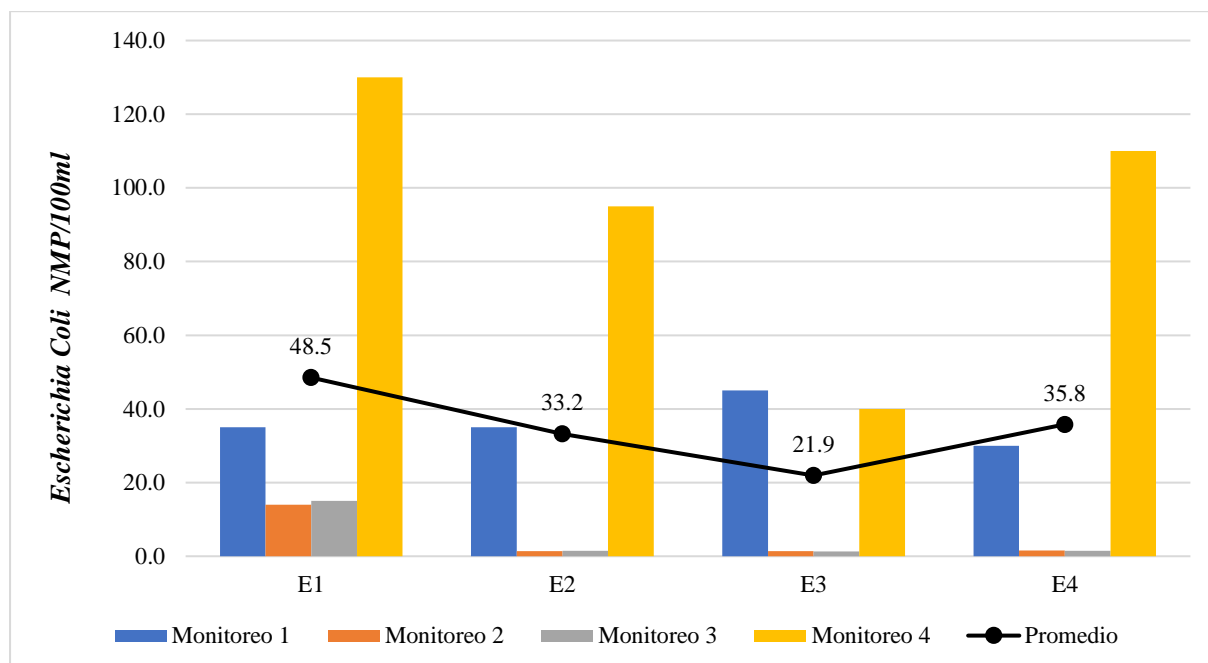


Nota. NMP = Número más probable

En la figura 9 se muestra las concentraciones obtenidas para el parámetro de *Escherichia Coli* en los diferentes puntos y momentos de monitoreo. Este parámetro tiene valores de 1,3 a 130 NMP/100 ml y promedios de 21,9 a 48,5 NMP/100 ml. A su vez, se evidencia valores relativamente bajos en los monitoreos de la E2 y la E3, y concentraciones elevadas para el monitoreo de la E1 y E4. Esta variación puede deberse a la presencia de precipitaciones en octubre y enero. Por lo tanto, el parámetro en mención demuestra una dependencia de los eventos climáticos. Los valores de este parámetro tienen una concentración inicial alta en el E1, disminuyen en el E2 y E3, y nuevamente aumentan en el E4. Esto indica que la concentración de esta bacteria está definida por el caudal y la presión del agua, es por ello que se produce acumulación en algunos puntos del sistema, o también puede deberse a la ruptura en algún punto de la red de distribución y la posible contaminación por la filtración de material fecal y orgánico de pozos sépticos o letrinas.

**Figura 9**

*Representación gráfica de Escherichia Coli en las muestras*



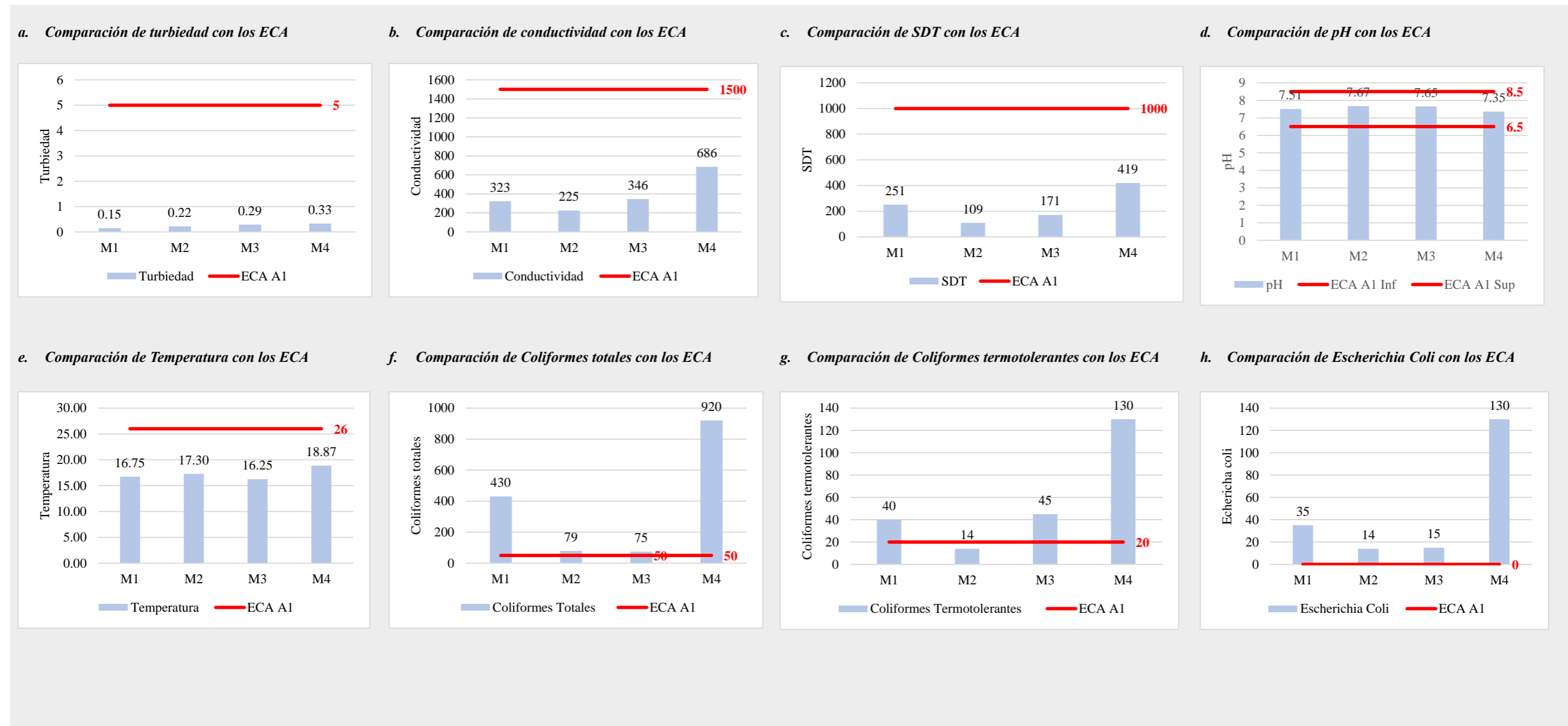
Nota. NMP = Número más probable

#### **4.1.4. Comparación de resultados de la captación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.**

La figura 10 muestra la comparación de los parámetros evaluados en la captación con lo ECA se muestra que los parámetros físicoquímicos evaluados en la captación se encuentran dentro de los ECA de agua; sin embargo, los parámetros microbiológicos, superan los límites establecidos por los ECA. Estos resultados sugieren que, aunque el agua presenta características físicoquímicas adecuadas, la presencia elevada de microorganismos patógenos representa un riesgo significativo para la salud pública si el agua se utiliza directamente para consumo humano. Por lo tanto, es imprescindible que el agua sea sometida a un tratamiento adecuado, como desinfección, filtración y/o cloración, antes de ser distribuida para el consumo, con el fin de eliminar o reducir los contaminantes microbiológicos a niveles seguros y garantizar que el agua sea apta para el uso humano, minimizando el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua.

**Figura 10**

Comparación de los parámetros evaluados en la captación con lo ECA

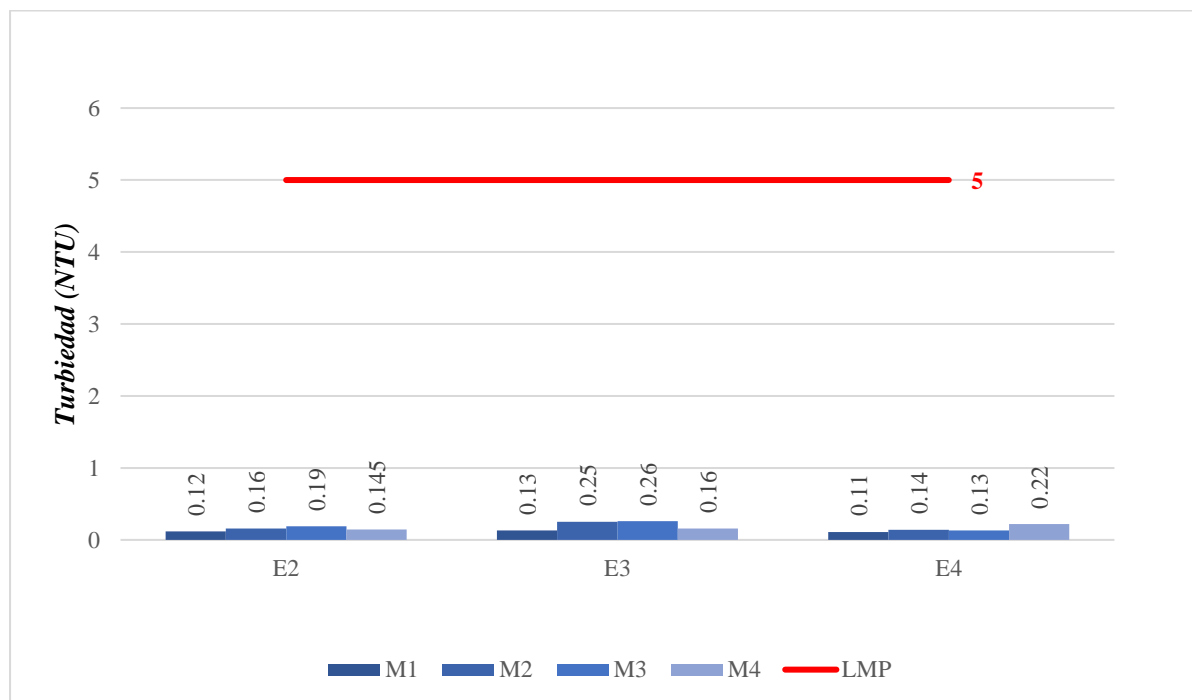


**4.1.5. Comparación los resultados del reservorio y las piletas con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano mediante el D.S N° 031-2010 -SA.**

En la Figura 11 se muestran los valores obtenidos en turbiedad y se comparan con los LMP. Se obtuvo valores muy por debajo del LMP que es de 5 NTU, donde los valores máximos obtenidos fueron de 0,19 NTU para la E2, 0,26 NTU en la E3 y 0,22 NTU para la E4. Estos valores indican que el agua tiene un contenido mínimo de partículas suspendidas y cumplen con los LMP, según este parámetro el agua es segura para el uso y consumo.

**Figura 11**

*Comparación de turbiedad con los LMP*



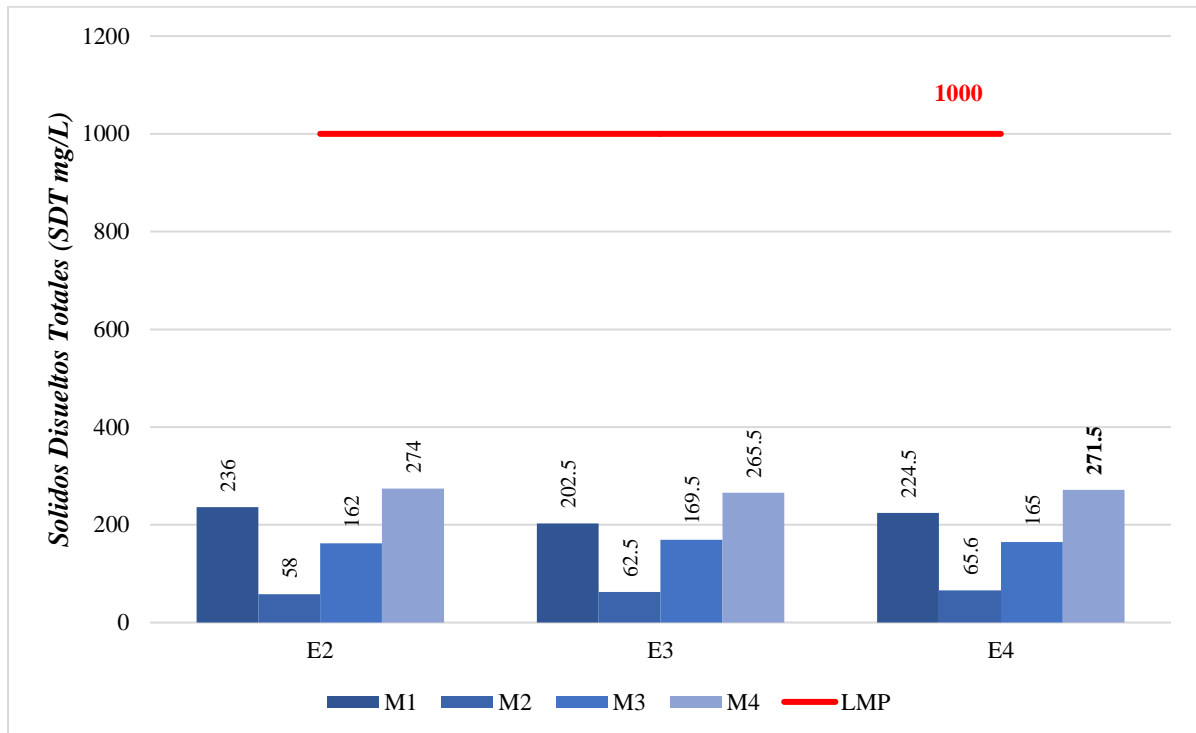
*Nota.* NTU= Unidades de turbidez nefelométricas.

En la Figura 11 se muestran los valores obtenidos en SDT y se comparan con los LMP. Se obtuvo valores muy por debajo del LMP que es de 1500 mg/L, donde los valores máximos obtenidos fueron de 274 mg/L para la E2, 265,5 mg/L en la E3 y 271,5 mg/L para la E4. Estos valores indican que el agua contiene una cantidad mínima de sustancias disueltas y cumplen

con los LMP, por lo tanto, de acuerdo a este parámetro el agua tiene una pureza considerablemente alta y es segura para uso y consumo.

**Figura 12**

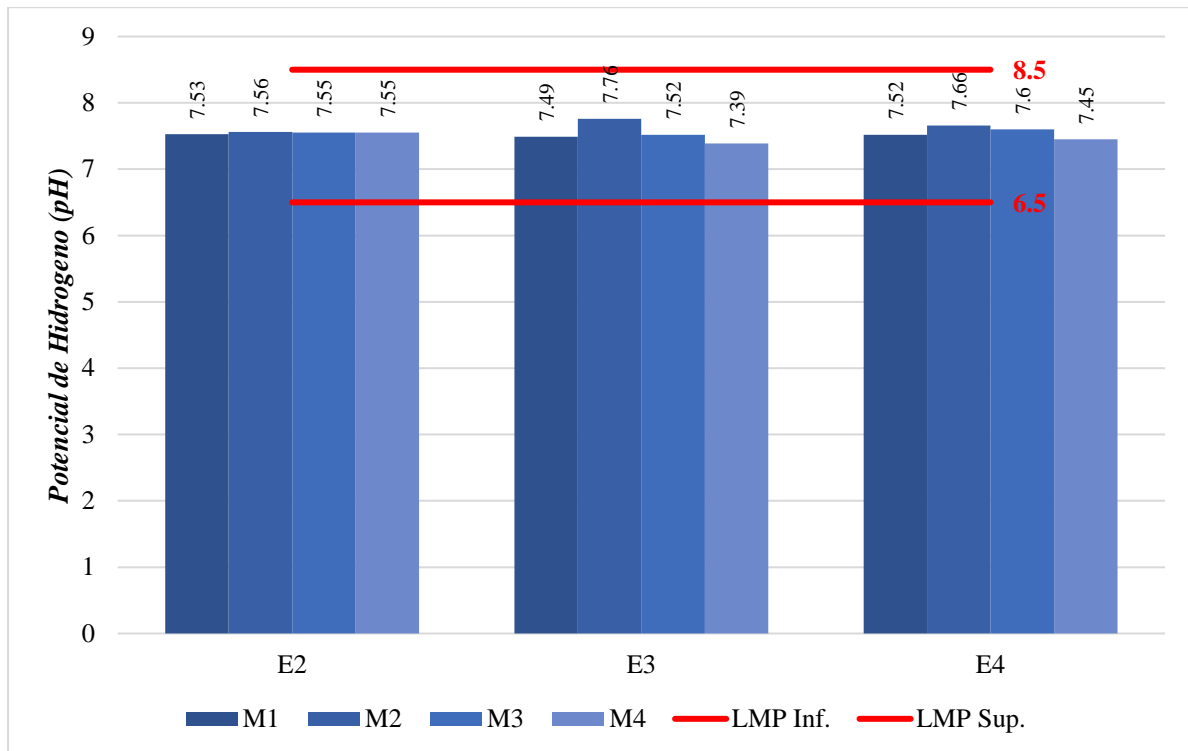
*Comparación de sólidos disueltos totales con los LMP*



En la Figura 13 se muestran los valores obtenidos en pH y se comparan con los LMP. Estos fueron óptimos y están dentro del rango de 6,5 a 8,5; los valores mínimos y máximos para cada estación fueron de 7,53 y 7,56 en el E2; 7,39 y 7,76 para la E3 y 7,45 a 7,66 para la E4. Los valores obtenidos corresponden a un pH neutro y se encuentran dentro de los LMP. Por lo tanto, el agua presenta niveles de acidez y alcalinidad óptimos, lo que la hace adecuada para su uso y consumo.

**Figura 13**

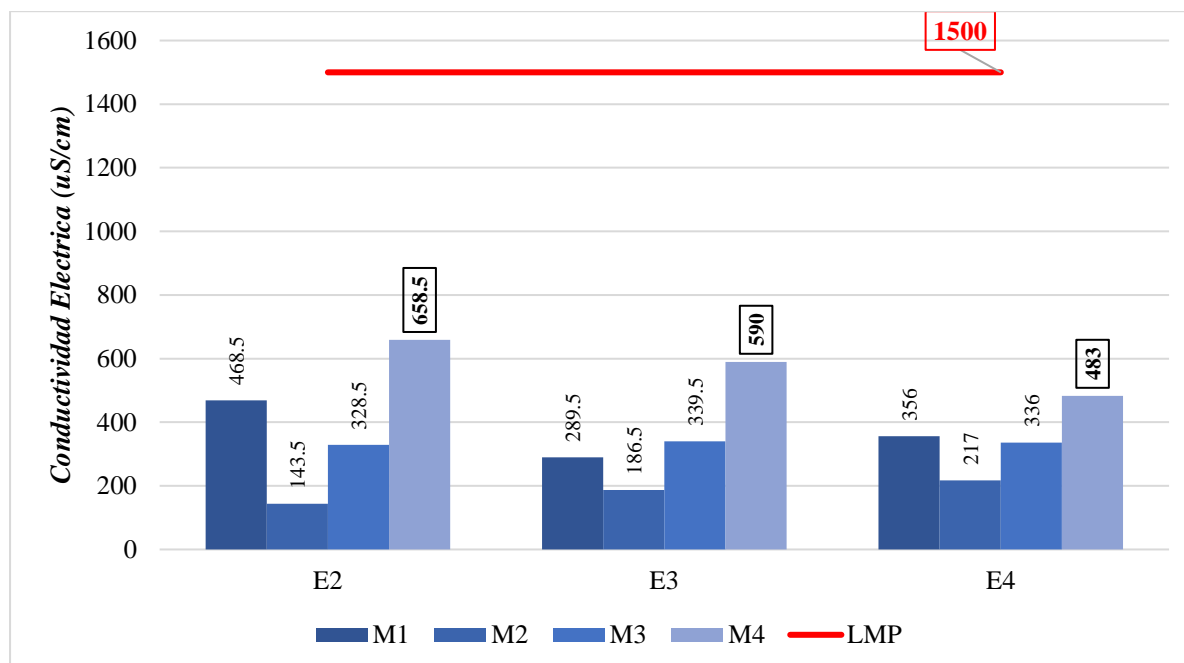
*Comparación de potencial de hidrógeno con los LMP*



En la Figura 14 se muestran los valores obtenidos en CE y se comparan con los LMP. Se obtuvo valores bajos de LMP que es de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , donde los valores máximos obtenidos fueron de 658,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para la E2, 590  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la E3 y 483  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para la E4. Los valores obtenidos indican que el agua contiene baja concentración de iones disueltos y cumple con los LMP, por lo tanto, de acuerdo a este parámetro el agua es adecuada para uso y consumo.

**Figura 14**

*Comparación de conductividad eléctrica con los LMP*

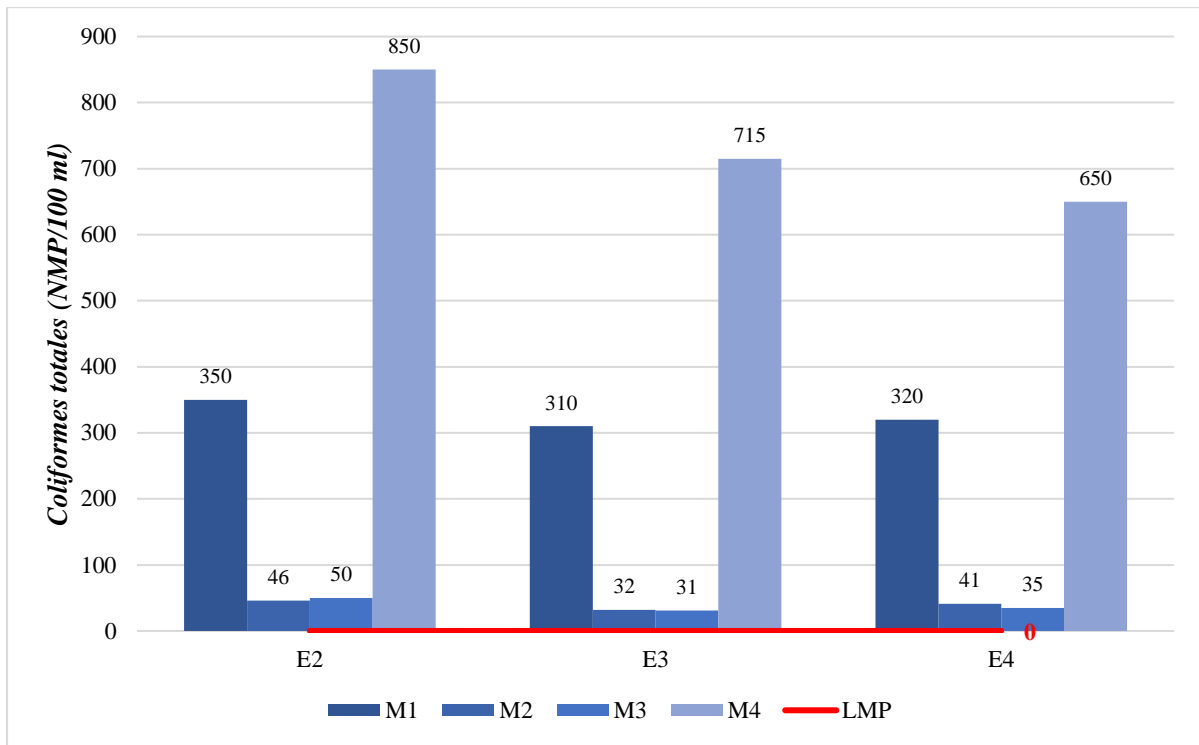


*Nota.* µS/cm: micro Siemens por centímetro.

En la Figura 15 se muestran las concentraciones obtenidas en Coliformes totales y se comparan con los LMP. Se obtuvieron valores significativamente elevados que sobrepasan los LMP que es de 1,8 NMP/100 ml. Los valores máximos y mínimos obtenidos fueron de 46 y 850 NMP/100 ml en la E2, 31 y 715 para la E3 y 35 y 650 NMP/100 ml en la E4. Los valores obtenidos indican contaminación por microorganismos patógenos y no cumplen con los LMP, por lo tanto, de acuerdo a este parámetro el agua no es apta para uso y consumo.

**Figura 15**

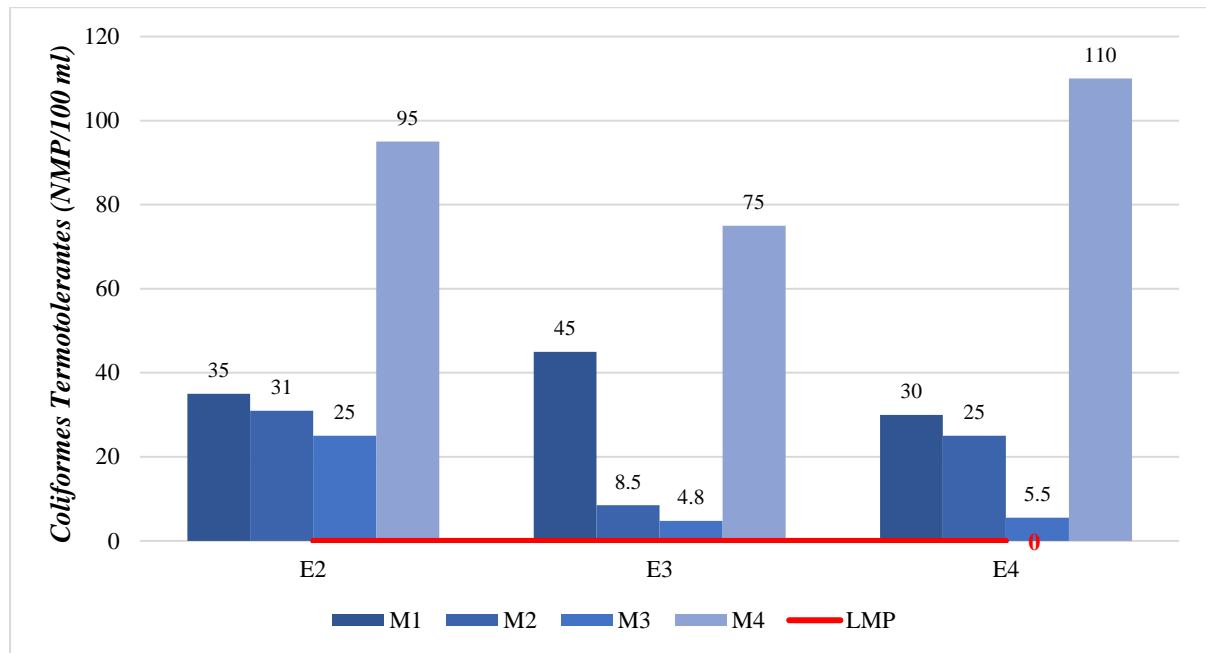
*Comparación de coliformes totales con los LMP*



En la Figura 16 se muestran las concentraciones obtenidas en Col. Termotolerantes y se comparan con los LMP. Se obtuvieron valores significativamente elevados que sobrepasan los LMP que es de 1.8 NMP/100 ml. Los valores máximos y mínimos obtenidos fueron de 25 y 95 NMP/100 ml en la E2, 4,8 y 75 para la E3 y 5,5 y 110 NMP/100 ml en la E4. Las concentraciones obtenidas indican contaminación por microorganismos patógenos y no cumplen con los LMP, por lo tanto, de acuerdo a este parámetro el agua no es apta para uso y consumo.

**Figura 16**

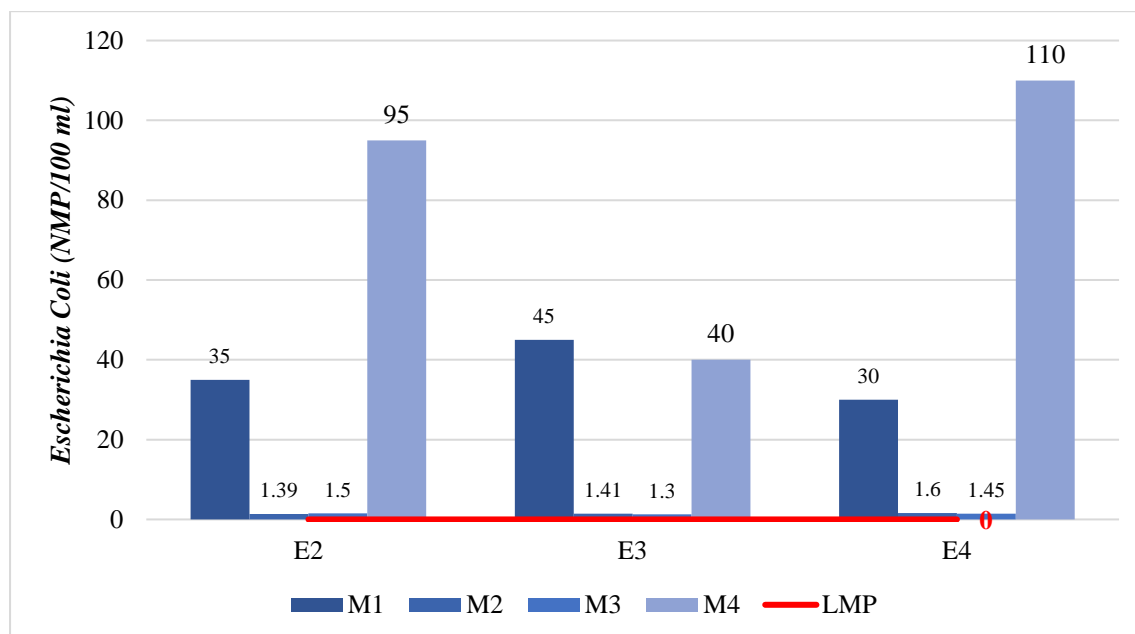
*Comparación de los valores de coliformes termotolerantes con los LMP*



En la figura 16 se muestran las concentraciones obtenidas en E. Coli y se comparan con los LMP. Se obtuvieron valores significativamente elevados que sobrepasan los LMP que es de 1,8 NMP/100 ml, sin embargo, también se obtuvo valores por debajo de los LMP en el monitoreo 2 y 3, E3 y E4. Los valores mínimos y máximos obtenidos fueron de 1,38 y 95 NMP/100 ml en la E2, 1,3 y 45 NMP/100 ml para la E3 y 1,45 y 110 NMP/100 ml en la E4. Las concentraciones obtenidas indican contaminación por microorganismos patógenos y no cumplen con los LMP, por lo tanto, de acuerdo a este parámetro el agua no es apta para uso y consumo.

**Figura 17**

*Comparación de los valores de Escherichia Coli con los LMP*



## 4.2. Discusión de resultados

### 4.2.1. Parámetros físicos del agua

#### 4.2.1.1. Temperatura

La temperatura durante los monitoreos presentó valores casi homogéneos, estas estuvieron entre el rango de 16,02 y 18,87 °C, con un promedio total de 17,02 °C. Los valores mayores se obtuvieron en la E1 (captación) con un promedio de 17,29 °C. La temperatura en el agua viene determinada por la temperatura ambiente del lugar en donde se realiza el estudio, es por eso que, los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de temperatura ambiente para Bambamarca, que según el SENAMHI osciló entre los 13 y 20 °C en los meses de monitoreo. Similares resultados obtuvieron Carrasco y Guaylupo (2022) con temperaturas de 19,20 a 21,50 °C pero con la diferencia que en la captación obtuvieron valores más bajos. De igual manera, Suarez (2023) encontró valores de 13,1 a 14,4 °C pero en una zona de altitud mayor a los 3000 m.s.n.m, los valores en los diferentes puntos muestreados no presentaron variaciones significativas.

Los resultados obtenidos en los estudios mencionados demuestran que la temperatura en el agua viene determinada por la temperatura ambiente, sin embargo, Morales (2022) afirma que existen otras variables como la profundidad de circulación del agua y la ubicación geográfica que también pueden alterar la temperatura. Esto explica porque se obtuvo valores más elevados en el E1 (captación), dejando claro que, si el agua circula a profundidades considerables de la superficie terrestre, esta tiende a incrementar su temperatura, caso que aplica para el manantial estudiado. Por su parte, Chávez et al. (2022) establecen que los valores también pueden variar debido a la turbidez, caudal y movimiento del agua, ocasionado incluso variaciones sobre o por debajo de la temperatura ambiente.

#### **4.2.1.2. Turbiedad**

Se obtuvo valores relativamente bajos, estos variaron de 0,11 a 0,33 NTU, con un promedio total de 0,19 NTU y los mayores valores se obtuvieron en la E1(captación) con promedio de 0,25 NTU; similares resultados obtuvieron Suárez (2020) con valor promedio en la captación de 0,22 NTU y una ligera variación en el reservorio con valor de 0,19 NTU. Del mismo modo, Ñahui (2023) obtuvo valores aproximados de 0,3 a 1,0 NTU en diferentes captaciones. Las variaciones en la turbidez están determinadas por diferentes factores, según Morales et al. (2019) los principales son los eventos climáticos como las lluvias, inundaciones, erosión, deslizamientos de suelo, etc. Estos producen los sedimentos y la presencia de partículas en suspensión que llevan a incrementar la turbiedad en el agua.

Los valores de turbiedad en la captación tienden a ser más elevados debido a que hasta este lugar el agua está en contacto con el suelo, por lo tanto, suele contener mayor concentración de sedimentos, sin embargo, esto va disminuyendo a lo largo del sistema de agua, principalmente en el reservorio o planta de tratamiento, en estos lugares por efecto de la gravedad, los sedimentos se almacenan en el fondo permitiendo el pase de agua con menor

turbiedad a la red de distribución. Esto justifica porque los valores de turbiedad obtenidos en el estudio son menores en la red de distribución y mayores en la captación.

#### **4.2.1.3. Sólidos disueltos totales**

Los valores de sólidos disueltos totales fluctuaron entre 63 y 419 mg/L, en promedio general de 194 mg/L, y una mayor concentración en al E1 (captación) con un promedio de 238 mg/L. Valores similares obtuvo López (2023) con promedios de 185,5 y 197,83 mg/L. Méndez (2023) obtuvo similares resultados, con promedio de 250 mg/L. Ñahui (2023) encontró concentraciones de 55 a 188 mg/L. Por su parte, Guevara y Zurita (2021) encontraron concentraciones relativamente bajas, con promedios de 0,99; 2,02 y 1,01 mg/L. la variación en los resultados depende en gran parte a la temporada del año, en los meses de mayor lluvia los valores de este parámetro aumentan, es por eso el aumento en los valores obtenidos durante el monitoreo de la E1 y la E4 que se llevaron a cabo en los meses de octubre y enero, en los cuales estos hubo mayor precipitación en relación a los meses de noviembre y diciembre.

Los sólidos disueltos en el agua indican la cantidad de partículas sólidos disueltas, según Méndez (2022) las partículas pueden contener sales minerales, metales y otros compuestos sólidos; las fuentes de generación de estas partículas según Ñahui (2023) pueden ser la erosión del suelo, desechos industriales y fertilizantes agrícolas. Por lo tanto, niveles de sólidos disueltos totales puede ser un indicador de la calidad del agua, ya que niveles elevados pueden ocasionar problemas de salud, ambientales y de deterioro de infraestructuras, además de afectar el sabor y olor del agua (Morales, 2022).

#### **4.2.2. *Parámetros químicos del agua***

##### **4.2.2.1. pH**

Los valores de pH se mantuvieron entre 7,35 a 7,76 unidades de pH con promedios homogéneos de 7,5 en todas las estaciones de monitoreo. Estos valores indican que el agua es

de pH neutro, por lo tanto, mantienen un equilibrio entre iones de hidrógeno ( $H^+$ ) e iones de hidróxido ( $OH^-$ ). Resultados similares obtuvo Méndez (2023) en agua de consumo humano, con valores promedio de 7,5 de pH, del mismo modo, Ñahui (2023) encontró valores alrededor de 7,5 de pH en agua de uso poblacional en Huancavelica; así mismo, Morales (2022) obtuvo valores de 6,9 a 7,3 en sistemas de agua para consumo humano. Además, según los resultados obtenidos se puede ver que el pH no cambia durante los diferentes monitoreos, dejando claro que las condiciones de clima no influyen en los valores de pH, coincidiendo con Morales et al. (2019) donde determinaron que el pH fue el único parámetro que no fue influenciado por las condiciones de clima a diferencia de otros parámetros.

El pH neutro indica que el agua puede consumirse de manera segura sin presentar ningún riesgo para la salud de los seres humanos. Por el contrario, valores de pH ácidos o alcalinos pueden ocasionar daños que según Meza (2011) lo más común es la alcalosis, calambres, confusión y convulsiones. Además, puede afectar la absorción de nutrientes, el funcionamiento de enzimas y hormonas, y la eliminación de toxinas, lo que puede tener un impacto en la salud en general.

#### **4.2.2.2. Conductividad eléctrica**

La conductividad en el agua se mantuvo entre los valores de 144 y 686  $\mu S/cm$ , con promedios de 348 a 400  $\mu S/cm$  en los puntos de monitoreo y un promedio total de 374  $\mu S/cm$ , existe variabilidad en todos los puntos, pero con valores más altos en el monitoreo de la E1 y la E4. Valores similares en agua de consumo humano obtuvieron Chávez et al. (2022) donde la conductividad estuvo entre los valores de 146 a 220  $\mu S/cm$ ; así mismo, Morales et al. (2019) obtuvieron promedios que oscilaron entre 150 y 220  $\mu S/cm$ . Carrasco y Guaylupo (2022) encontraron concentraciones relativamente bajas, con valores de 52 a 61  $\mu S/cm$ . Así mismo

hace mención la CE está asociada a iones disueltos en el agua, tales como el  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , entre otros.

La conductividad puede aumentar con presencia de sales, metales y residuos orgánicos (Ñahui, 2023). Las variaciones en el agua dependen de la temperatura, la presión y la composición química (Morales, 2022). Los factores descritos que incrementan el contenido de CE son dañinos siempre y cuando estén por sobre los  $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ , así lo establece Ñahui (2023). Por lo tanto, podemos afirmar que los valores de CE obtenidos en la investigación no representan un riesgo para la salud de las personas, dejando en evidencia que según este parámetro el agua del sistema en estudio es de buena calidad y puede ser utilizado para consumo humano.

#### ***4.2.3. Parámetros microbiológicos del agua***

En relación a los parámetros microbiológicos se tiene concentraciones considerablemente elevadas, tal es el caso de los Col. Totales que mostraron valores hasta de 920 NMP/100 ml, del mismo modo los Col. Termotolerantes llegaron hasta 130 NMP/100 ml y en E. Coli fue también de 130 NMP/100 ml.

En cuanto a los puntos de monitoreo la E1 (captación) demostró mayor concentración en los tres parámetros evaluados. Según el momento, el monitoreo de la E1 y la E4 presentaron los valores más altos de contaminación microbiológica, con una diferencia significativa en el monitoreo E4, confirmando de esta manera que los parámetros microbiológicos están determinados por las condiciones climáticas debido a que los monitoreos con mayores concentraciones se obtuvieron en los meses de lluvia (octubre y enero). Existen estudios con concentraciones aún más elevadas de las obtenidas en la presente investigación, como el de López (2023) quien analizó agua de consumo humano y obtuvo valores hasta de 160 000 NMP/100 ml en Col. Totales, 4100 NMP/100 ml en Col. Termotolerantes y 2000 NMP/100 ml

en E. Coli, las mayores concentraciones las obtuvo en temporada de lluvia. Del mismo modo, Morales (2022) obtuvo valores de 5400 NMP/100 ml en época de lluvia y 1300 NMP/100 ml en temporada de estiaje de Col. Totales, a la vez, el contenido de Col. Termotolerantes fue de 2400 NMP/100 ml en lluvia y 1300 NMP/100 ml en estiaje. Por lo tanto, teniendo en cuenta los resultados obtenidos y los de otras investigaciones se confirma que las precipitaciones tienden a aumentar el caudal de las fuentes de abastecimiento de agua y consecuentemente la carga microbiológica, tal como lo afirman Morales et al. (2019) que las precipitaciones generan escorrentía superficial, la misma que aumenta la turbidez y el contenido microbiológico en el agua.

El contenido elevado de los parámetros microbiológicos hace que el agua sea no apta para consumo humano directo, por lo tanto, es necesario aplicar un tratamiento previo que garantice la eliminación de microorganismo patógenos. Los procesos que se puede aplicar es la filtración, destilación y la ionización (Gea, 2020); siendo la cloración el más común y accesible por el bajo coste (Morales et al., 2019). Sistema que depende mucho del factor humano, en el cual las concentraciones de cloro y el monitoreo permanente es fundamental para garantizar que el agua reciba el tratamiento necesario y quede libre de contaminantes microbiológicos. Solo si es un tratamiento efectivo y eficiente se evitará complicaciones de salud como la diarrea, hepatitis, tifoidea, disentería (Lara y García, 2019). Además de otras como el cólera, la poliomielitis y la gastroenteritis (Ramos. 2023).

#### ***4.2.4. Comparación de las concentraciones de los parámetros evaluados en la captación con los ECA***

Los parámetros fisicoquímicos, como la turbiedad, la conductividad, los sólidos disueltos totales y el pH, se encuentran dentro de los ECA establecidos por el DS. Sin embargo, los parámetros microbiológicos, como los coliformes totales, los coliformes termotolerantes y Escherichia coli, superan los ECA establecidos. La turbiedad del agua se encuentra dentro de

los ECA establecidos, con valores que oscilan entre 0,15 y 0,33 UNT. La conductividad del agua también se encuentra dentro de los ECA establecidos, con valores que oscilan entre 323 y 606  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los SDT del agua se encuentran dentro de los ECA establecidos, con valores que oscilan entre 109 y 419 mg/L. El pH del agua se encuentra dentro de los ECA establecidos, con valores que oscilan entre 7,35 y 7,67. La temperatura del agua se encuentra dentro de los ECA establecidos, con valores que oscilan entre 18,50 y 19,50 °C. Los coliformes totales del agua superan los ECA establecidos, con valores que oscilan entre 400 y 900 NMP/100 ml. Los coliformes termotolerantes del agua superan los ECA establecidos, con valores que oscilan entre 40 y 130 NMP/100 ml. *Escherichia coli* del agua superan los ECA establecidos, con valores que oscilan entre 0 y 130 NMP/100 ml. Estos resultados indican que el agua requiere un tratamiento para poder ser utilizada para consumo humano.

Los resultados concuerdan con el caso de la Junta Administradora San José de Puñachizag, donde se reportó que el 74% de las muestras analizadas incumplían con los estándares de calidad microbiológica, evidenciando una situación similar de contaminación (Tibanquiza., 2018). Esto resalta un problema común en diversas regiones, donde la contaminación microbiológica del agua es un desafío persistente que requiere atención. Por lo que se infiere que aunque los parámetros fisicoquímicos del agua en la zona de captación cumplen con los estándares establecidos, la contaminación microbiológica es un problema significativo que requiere medidas inmediatas. Para que el agua sea apta para el consumo humano, hay que garantizar un tratamiento y un control adecuados de su calidad, tal como se ha evidenciado en estudios recientes en otras regiones (Tibanquiza, 2018).

#### ***4.2.5. Comparación de las concentraciones de los parámetros evaluados en el reservorio y las piletas con los LMP***

Los parámetros evaluados en el reservorio y las piletas del sistema estuvieron contrastados con los LMP determinados en el D.S 031-2010-SA. Donde la turbiedad no sobrepasó el LMP que es de 5 NTU, el valor máximo obtenido fue de 0,26 NTU; del mismo modo los SDT no sobrepasaron el LMP que es de 1500 mg/L, se obtuvo como valor máximo 274 mg/L; en cuanto al pH, todos los valores estuvieron dentro del rango del LMP que es de 6,5 a 8,6, el valor mínimo y máximo obtenido fue de 7,39 y 7,76 respectivamente; de igual manera los valores de CE no excedieron el LMP de 1500 uS/cm, el valor máximo obtenido fue de 658 uS/cm; mientras que, los Col. Totales si superaron los LMP de 1,8 NMP/100 ml, se obtuvo como valor máximo 850 NMP/100 ml; de igual forma los Col. Termotolerantes también excedieron los LMP de 1,8 NMP/100 ml, con un valor máximo de 110 NMP/100 ml; finalmente con similares concentraciones el contenido de E. Coli superó los LMP, con un máximo de 110 NMP/100 ml. Con los datos obtenidos se deduce que los parámetros fisicoquímicos evaluados si cumplen con los LMP, mientras que, los parámetros microbiológicos no cumplen. Iguales resultados obtuvo Morales (2022) quien evaluó la calidad de agua de consumo humano, determinando que los parámetros microbiológicos no cumplen con los LMP a diferencia de los fisicoquímicos que si cumplen. Del mismo modo, Guevara y Surita (2021) obtuvieron valores óptimos dentro del LMP en los parámetros fisicoquímicos, en tanto, los microbiológicos excedieron con valores significativamente elevados. Existen también estudios realizados en agua de consumo humano donde las concentraciones bacteriológicas son mínimas o nulas, como es el caso de Carrasco y Guaylupo quienes encontraron concentraciones menores a 1,8 NMP/100 ml en Col. Termotolerantes y E. Coli.

Los resultados obtenidos durante los monitoreos muestran que los excesos en los LMP con concentraciones elevadas suelen manifestarse en temporada de lluvia, dejando claro que

las precipitaciones son un factor externo importante que define el contenido bacteriológico en el agua, por su parte Suárez (2023) atribuye a la turbidez como un parámetro de jerarquía sanitaria, ya que, de esta depende la concentración de microorganismos siendo directamente proporcional, por lo tanto, el contenido de bacterias, protozoos y otros microorganismos dependen de la turbiedad. Si la carga microbiana o las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos exceden los LMP se dice que el agua monitoreada es de mala calidad y no apta para consumo humano sin previo tratamiento.

## Capítulo V

### Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

- Según el análisis de los parámetros físicos, se obtuvo temperaturas de 16,02 a 18,87 °C, turbiedad de 0,11 a 0,33 NTU y SDT de 58 a 419 mg/L. Las mayores concentraciones de los parámetros físicos se obtuvieron en E1 (captación) y en los monitoreos 1 y 4 correspondientes a los meses de octubre y enero. El análisis de los parámetros químicos arrojó valores en pH de 7,35 a 7,67 correspondientes a pH neutro, mientras que la CE estuvo entre 144 y 686  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Las variaciones más notables para la CE se dieron en la E1 y la E4 y en los monitoreos 1 y 4, mientras que, el pH se mantuvo casi constante sin presentar variaciones significativas.
- Del análisis microbiológico se obtuvo concentraciones en Col. Totales de 31 a 920 NMP/100 ml, Col. Termotolerantes de 5 a 130 NMP/100 ml y E. Coli de 1,3 a 130 NMP/100 ml. Estos parámetros mostraron incremento principalmente en el punto E1 y durante los monitoreos 1 y 4.
- Los parámetros fisicoquímicos evaluados en la captación del sistema se mantuvieron dentro de los ECA establecidos, conforme al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Sin embargo, los parámetros microbiológicos superaron los estándares establecidos por dicha normativa.
- Los parámetros fisicoquímicos evaluados tanto en el reservorio como en las piletas del sistema cumplieron con los LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. No obstante, los parámetros microbiológicos excedieron los LMP definidos por esta normativa.

- El agua del sistema de suministro de la comunidad de Colpa Pampa no es apta para el consumo humano debido a que las características microbiológicas exceden los valores permitidos, lo que representa un riesgo para la salud de la población

## **5.2. Recomendaciones**

- A las autoridades competentes, implementar un sistema de tratamiento y cloración del agua e informar sobre la presencia de agua contaminada y se tomen medidas para su limpieza y descontaminación.
- A la población de la comunidad de Colpa Pampa, evitar el consumo directo de agua sin antes pasar por un proceso de cocción y participar en iniciativas de limpieza de fuentes de agua locales para mantenerlas libres de contaminantes y proteger la salud de la comunidad.
- Al sector salud, municipalidades e instituciones, educar a la comunidad sobre los riesgos para la salud asociados con el consumo de agua contaminada y la importancia de proteger y conservar fuentes de agua seguras.
- Al sector investigativo, promover estudios en busca de soluciones eficientes, de bajo coste y accesibles a la población, en favor de mejorar las condiciones de vida de las poblaciones más vulnerables.

## Capítulo VI

### Referencias

- Aguilar, I. y Monforte, G. (2018). Servicios públicos del agua, valor público y sostenibilidad: El caso del área metropolitana de Monterrey. *Gestión y Política Pública*, 27(1), 149-179. <http://dx.doi.org/10.29265/gypp.v27i1.373>
- Aguilar, O. y Navarro, B. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/130>
- Alarcón, W. (2019). *Aplicación de métodos de Índices de Calidad de Agua (ICA) en el río Rímac* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/12169>
- Autoridad Nacional del Agua. (2019). *Ciclo del agua*. Ministerio de Agricultura y Riego. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4204>
- Banco Mundial. (28 julio de 2023). Agua. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>
- Cabezas, C. (2018). Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 309-316. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3761>
- Carrasco, G. A. y Guaylupo, M. I. (2022). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del centro poblado Coyona – Canchaque*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84286/Carrasco\\_BGA-Guaylupo\\_CMI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84286/Carrasco_BGA-Guaylupo_CMI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Caso, G. y Laureano, E. (2018). *La goma de tara como agente floculante en la optimización del proceso de remoción de arsénico con FeCl3 presente en agua de Mina* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao].  
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3337>
- Chávez, E., Huamaní, L. y Ataucusi, R. (2022). Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la ciudad de Huancavelica. *Revista de Investigación Científica Siglo XXI*, 2(2), 16-25.  
<https://doi.org/10.54943/rcsxxi.v2i2.191>
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos. (2018). Estudios sobre la protección de los ríos lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos. Universidad Nacional Autónoma de México.  
[https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/ESTUDIO\\_RIOS\\_LAGOS\\_ACUIFEROS.pdf](https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/ESTUDIO_RIOS_LAGOS_ACUIFEROS.pdf)
- Cortes, A., Santa Cruz, A., Hernández, A. y Romero, J. (2019) Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en el río Huaura – 2018. *Big Bang Faustiniiano*, 8(4). <https://doi.org/10.51431/bbf.v8i4.556>
- Defensoría del Pueblo. (2021). Boletín sobre la cobertura de agua potable.  
<https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2021/02/Informe-002-Boletín-sobre-la-cobertura-del-agua-en-Loreto.pdf>
- Diario Oficial El Peruano. (05 de mayo de 2023). *Agua para todos los peruanos*.  
<https://www.elperuano.pe/noticia/211888-agua-para-todos-los-peruanos>
- Domínguez, J. (2010). El acceso al agua y saneamiento: Un problema de capacidad institucional local. Análisis en el estado de Veracruz. *Gestión y Política Pública*, 19(2), 311-350. <https://www.redalyc.org/pdf/133/13315977004.pdf>

- Dueñas, C., Sánchez, V. G., Ayaque, J. C., Chanca, K. A. y Palomino, P.A. (2022). Enfermedades asociadas al sector saneamiento. *Socialium*, 6(2), 130-142. 2. <https://doi.org/10.26490/uncp.sl.2022.6.1.1557>
- Dulzaides, M. E. y Molina, A. M. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *ACIMED*, 12(2), [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352004000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011)
- Enríquez, R. (2023). Agua potable y saneamiento en Perú. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/peru/20508.pdf>
- Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 11(3), 147-170. <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- García, B. y Correa, L. (2018). *Diagnóstico y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de La Palma - Departamento Cundinamarca- Colombia* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <http://hdl.handle.net/10983/16362>
- Gea, E. (2020). Métodos de desinfección del agua y su aplicación en la legionelosis. *Tecnología y Ciencia del Agua*, 9(3), 29-46. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-03-02>
- Gonzales, R. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha- región Ucayali- 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3845>
- Gonzales, W., Acharte, L. M., Poma, J. C., Sánchez, V. G. Quispe, F. A. y Meseguer, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis

- comunidades rurales altoandinas de Huancavelica – Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 23-31. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2023.486>
- Guevara, O. y Zurita, I. (2021). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del caserío La Huaca – Jaén - Cajamarca – 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. [http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/189/1/Guevara\\_FO\\_Zurita\\_MI.pdf](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/189/1/Guevara_FO_Zurita_MI.pdf)
- Giesecke, M. (2020). Elaboración y pertinencia de la matriz de consistencia cualitativa para las investigaciones en ciencias sociales. *Desde el Sur*, 12(2), 397-417. DOI: 10.21142/DES-1202-2020-0023
- Herrera, V., Gutiérrez, N., Córdova, S., Luque, J., Idelfonso, M., Flores, A. y Romero, L. (2018). Calidad del agua subterránea para el riego en el Oasis de Pica, norte de Chile. *IDESIA*, 36(2), 181-191. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000101>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.
- Hoyos, J. E. y Gamarra, O. A. (2020). Calidad del agua potable de la ciudad de Bagua, Amazonas, 2018. *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(3), 57-61. <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3i3.637>
- Ibañez, W. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en las localidades de Payllas y Miraflores del distrito de Umachiri–Melgar–Puno* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7938>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua\\_junio2020.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf)

Lara, H. N. y García, E. M. (2019). Prevalencia de enfermedades asociadas al uso de agua contaminada en el Valle del Mezquital. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 7(21), 91-106. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.21.69636>

López, C. C. (2023). Evaluación de la calidad del agua subterránea utilizando métodos de índice y análisis estadístico multivariado: cuenca del río Pavas (Colombia). *South Sustainability*, 4(1), 1-12. DOI: 10.21142/SS-0401-2023-e072

Méndez, L. A. (2023). Calidad y estado sanitario del agua distribuida para consumo humano en Guastoya, El Progreso. *Revista Científica Internacional*, 26(1), 23-34. <https://doi.org/10.46734/revcientifica.v6i1.60>

Mendoza, M. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú* [Tesis Doctoral, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12256>

Meza, M. (2011). Disturbios del estado ácido-básico en el paciente crítico. *Acta Med Per*, 28(1). 46-55. <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v28n1/a08v28n1>

Ministerio de Salud (2011). Decreto Supremo N°031-2010. Reglamento de la Calidad de 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 de Salud (2015). Resolución Directoral N°160-2015. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y

recepción de agua para consumo humano.

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD\\_160\\_2015\\_DIGESA.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA.pdf)

Monteiro, T. (2018). Situación actual del ODS en la región América Latina. planes y acciones [Archivo PDF]. [www.paho.org/blogs/etras/](http://www.paho.org/blogs/etras/)

Morales, E., Solano, M., Morales, R., Reyes, L., Barrantes, K., Achi, R y Chacón, L. (2019). Evaluación de la influencia de la estacionalidad climática en calidad del agua de consumo humano en un sistema de abastecimiento en San José, Costa Rica, periodo 2017-2018. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 18(1), 77-87. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v28n1/1409-1429-rcsp-28-01-48.pdf>.

Morales, W. (2022). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el caserío Pata Pata centro poblado Pariamarca – Cajamarca – 2020*. [Tesis de Maestro en Ciencias, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4885/Tesis%20Walter%20Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Muggenburg, M. y Pérez, I. (2007). Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Revista Enfermería Universitaria ENEQ-UNAM*, 4(1), 35-38. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/12/1028446/469-manuscrito-anonimo-891-1-10-20180417.pdf>

Municipalidad Distrital de Miraflores. (20 de febrero de 2021). Un crimen recurrente: la falta de agua potable. <https://www.miraflores.gob.pe/un-crimen-recurrente-la-falta-de-agua-potable/>

Naciones Unidas. (2023). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023: Edición especial. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Ñahui, D. F. (2023). *Análisis de la calidad de agua para el consumo humano de los centros poblados del distrito de Yauli, Huancavelica – 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental].

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13303/1/IV\\_FIN\\_107\\_T  
E\\_Ñahui\\_Salvatierra\\_2023.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13303/1/IV_FIN_107_T_E_Ñahui_Salvatierra_2023.pdf)

Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. (2014). Desinfección del agua para consumo humano. [https://www3.paho.org/par/dmdocuments/MANUAL\\_DESINFECCION.pdf](https://www3.paho.org/par/dmdocuments/MANUAL_DESINFECCION.pdf)

Obando, J., Mora, E., Lievano, L., Hernandez, M. y Cardenas, D. (2019). La calidad del agua y su impacto social [Archivo PDF]. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n43/a19v40n43p13.pdf>

Ojeda, A. y Santa Cruz, A. (2017). *Evaluación de actividades antrópicas que inciden en las propiedades físico químicas del agua de la quebrada la Torcaza corregimiento El Encano, Municipio de Pasto- Nariño* [Tesis de Maestría, Universidad de Manizales]. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3153>

Organización Mundial de la Salud. (14 de junio de 2019). Agua. Datos y cifras. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Organización Mundial de la Salud. (febrero de 2017). Salubridad y calidad del agua. [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/es/)

Organización Mundial de la Salud. (13 de setiembre de 2023). Agua para consumo humano. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Internacional Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pandal, D. y Pandal, E. R. (2021). Intervención del Estado frente al derecho fundamental del acceso al agua potable. *Revista de Investigación en Ciencias Jurídicas*, 4(13), 236-244. <https://doi.org/10.33996/revistalex.v4i13.86>
- Peña, S. y Araya (2022). El derecho humano y el deber del estado de acceso al agua (potable) en la doctrina de la Corte Suprema de Chile. *Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*, 59, 131-142. <http://dx.doi.org/10.4151/s0718-68512022000-1377>
- Pérez, E. (2016). Control de calidad para aguas de consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 29(3), 3-14. <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>
- Ramos, A. D. (2023). Efectos del consumo de agua contaminada en la calidad de vida de las personas. *Polo del Conocimiento*, 9(1), 614-632. DOI: 10.23857/pc.v9i1.6396
- Ramos, Y. y Pinilla, M. (2020). Calidad de agua de consumo humano en sistemas de abastecimiento rurales en Boyacá, Colombia. *Revista EIA*, 17(34), 1-15. <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/v17n34/2463-0950-eia-17-34-219.pdf>.
- Rodríguez, S., Asmundis, C., Ayala, M., y Arzú, O. (2018). Presencia de indicadores microbiológicos en agua para consumo humano en San Cosme (Corrientes, Argentina). *Revista Veterinaria*, 29(1), 9-12. <http://dx.doi.org/10.30972/vet.2912779>

- Ruiz, A. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica del agua de la quebrada Yanayacu para conservación del ambiente acuático, valle del Shanusi - 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1919>
- Salas, J., Maraver, F., Rodríguez, L., Sáenz, M., Vitoria, I. y Moreno, L. (2021). Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. *Nutrición Hospitalaria*, 37(5), 1072-1086. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.03160>
- Salas, C. (2021). Calidad del agua potable y su influencia en la salud humana. *Revista de Investigación e Innovación Científica y Tecnológica*, 1(3), 11-20. DOI:<https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v1i3.1>
- Soriano, M. (2018). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el centro poblado Pata Pata – 2018* [Tesis de licenciatura, Repositorio de la Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/14210>
- Suárez, I. (2020). Calidad del agua de consumo humano influenciada por aguas servidas. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 3(1), 80-89. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v3n1p80>
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2017). Nuevo régimen especial de monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas a cargo de las EPS. [https://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/metodologia\\_aguas\\_subterranas2.pdf](https://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/metodologia_aguas_subterranas2.pdf)
- Tibanquiz, S. (2028). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano de la junta administradora de agua potable San José de Puñachizag, Cantón Quero, provincia Tungurahua*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8812/1/56T00755.pdf>

Unidad de Salud Ambiental Oficina de Epidemiología y Salud Ambiental. (2015). Plan de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano Hospital Cayetano Heredia [Archivo PDF].

<http://www.hospitalcayetano.gob.pe/Inicio/images/Documentos/Epidemio/2016/planes/PLAN%20DE%20VIGILANCIA%20DE%20CALIDAD%20DE%20AGUA%20POTABLE.pdf>

Valentín, L. y Hernández, F. (2018). Las políticas públicas de abastecimiento de agua potable y saneamiento para la localidad de Escalerillas, San Luis Potosí–México: escenarios y percepción ciudadana. *Agua y Territorio*, (11), 137-152.  
<https://doi.org/10.17561/at.11.3378>

Vásquez, S. (2017). *Caracterización fisicoquímica de la calidad del agua del manantial La Shita destinada al consumo humano, Cajabamba – 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo].  
<http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/362>

Vega, C., Maguiña., Soto., Lama. J. y Correa, L. (2021). Estudios transversales. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*. 21(1), 179-185.  
<http://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v21i1.3069>

Yañez, R. (2019). Agua y fortalecimiento del núcleo familiar como base del desarrollo social y económico del Perú. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.  
[http://www.descentralizacion.gob.pe/wp-content/uploads/2019/10/3\\_AGUA-Y-DESAROLLO\\_MVCS-8.pdf](http://www.descentralizacion.gob.pe/wp-content/uploads/2019/10/3_AGUA-Y-DESAROLLO_MVCS-8.pdf)



**INFORME DE ENSAYO N° IE 10230024**

ENSAYOS			Fisicoquímicos					
Código de la Muestra			P1	P2	P3	P4	-	-
Código Laboratorio			10230024-01	10230024-02	10230024-03	10230024-04	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción			Subterránea- Manantial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			Captación Alcapala E: 780774, N: 9278858	Reservorio-Cajamarca E: 780719, N: 9278932	Piñata N°1 E: 780774, N: 9278858	Piñata N°2 E: 780774, N: 9278858	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Turbidez	NTU	0.09	0.15	0.12	0.13	0.11	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.51	7.53	7.49	7.52	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	323.0	468.5	289.5	356.0	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5	251.0	236.0	202.5	224.5	-	-
(*) Temperatura (T°)	°C	N.A.	16.75	17.02	17.05	17.03	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
LOPEZ LEON Freddy Humberto  
PAU 20453744168.pdf  
motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 13/10/2023 12:22 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 13 de octubre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 10230024**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			P1	P2	P3	P4	-	-
Código Laboratorio			10230024-01	10230024-02	10230024-03	10230024-04	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción			Subterránea- Manantial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			Capatación-Altopala E:760774; N:9278858	Reservorio-Colpampa E:760719; N:9278632	Pieta N°1 E:760774; N:9278858	Pieta N°2 E:760774; N:9278858	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	430	350	310	320	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	40	35	45	30	-	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	35	35	45	30	-	-

*Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado*



Firmado digitalmente por  
ZULIETA SANTA CRUZ Enver  
PAU 20453744188 soft  
modo: Visto en pdf al de  
confiabilidad  
Fecha: 13/10/2023 12:22 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 13 de octubre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 10230024**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24 th Ed. 2023: Conductivity. Laboratory Method
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, C, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180 oC
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2500 B, 24 th Ed. 2023: Temperature. Laboratory and Field Methods
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 24 th Ed. 2023: 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. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz 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 en 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-23-F01 Rev.N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 13 de octubre de 2023



Firmado digitalmente por  
NEYRA JAICO Esteban Miguel  
PAU 20403744 188 soft  
método: Vao en soft al de  
confiabilidad  
Fecha: 13/10/2023 12:46 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11230125**

**DATOS DEL CLIENTE**

Razon Social/Nombre **DIAZ ESPINOZA HOMERO MARCOS**

Dirección -

Persona de contacto **DIAZ ESPINOZA HOMERO MARCOS** Correo electrónico [diazheyzer@gmail.com](mailto:diazheyzer@gmail.com)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo **06.11.23** Hora de Muestreo **08:22**

Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -

Procedimiento de Muestreo -

Tipo de Muestreo **Puntual**

Número de puntos de muestreo **04**

Ensayos solicitados **Fisicoquimicos- Microbiológicos**

Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**

Referencia de la Muestra: **Colpapampa - Chota- Cajamarca**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC-1436-2023** Cadena de Custodia **CC - 2108 - 23**

Fecha y Hora de Recepción **06.11.23 16:15** Inicio de Ensayo **06.11.23 16:50**

Reporte Resultado **17.11.23 11:30**

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO  
Edder Miguel PAJ 20453744168 soft  
motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 17/11/2023 15:30 p. m.

Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

**Cajamarca, 17 de noviembre de 2023**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11230125**

ENSAYOS			Fisicoquímicos					
Código de la Muestra			P1	P2	P3	P4	-	-
Código Laboratorio			11230125-01	11230125-02	11230125-03	11230125-04	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción			Subterránea- Manantial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			Captación-Abocata E.780774; N.9278858	Reservorio-Cajamarca E.780719; N.9278932	Plata N°1 E.780774; N.9278858	Plata N°2 E.780774; N.9278858	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Turbidez	NTU	0.09	0.22	0.16	0.25	0.14	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.67	7.56	7.76	7.66	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	225.0	143.5	186.5	217.0	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5	109.0	58.0	62.5	65.5	-	-
(*) Temperatura (T*)	°C	N.A.	17.30	17.30	17.40	17.10	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
LOPEZ LEON Freddy Humberto  
PAU 30453744108 soft  
motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 17/11/2023 14:25 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 17 de noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11230125**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	P1		P2	P3	P4	-	-	
Código Laboratorio	11230125-01		11230125-02	11230125-03	11230125-04	-	-	
Matriz	Natural		Natural	Natural	Natural	-	-	
Descripción	Subterránea- Manantial		Superficial	Superficial	Superficial	-	-	
Localización de la Muestra	Capatación-Altoapata E:760774; N:9278858		Reservorio-Colpampa E:760719; N:9278632	Pileta N°1 E:760774; N:9278858	Pileta N°2 E:760774; N:9278858	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	79	46	32	41	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	14	31	8.5	25	-	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	14	<1.8	<1.8	<1.8	-	-

*Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado*

V° B°

Firmado digitalmente por  
JULIETA SANTA CRUZ Erver  
PAJ 20453744185 cod  
móvil: Vea en web al de  
confiabilidad  
Fecha: 17/11/2023 14:25 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 17 de noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 011230125**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24 th Ed. 2023: Conductivity. Laboratory Method
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, C, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180 °C
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2500 B, 24 th Ed. 2023: Temperature. Laboratory and Field Methods
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 24 th Ed. 2023: 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, 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz 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 en 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-23-F01 Rev.N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 17 de noviembre de 2023



Firmado digitalmente por  
NEYRA JACO Edgar Miguel  
FAU 20453744105 cod  
móvil: Voz en soft al de  
confirmar  
Fecha: 17/11/2023 15:30 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 12230092**

**DATOS DEL CLIENTE**

Razon Social/Nombre **DIAZ ESPINOZA HOMERO MARCOS**

Dirección -

Persona de contacto **DIAZ ESPINOZA HOMERO MARCOS** Correo electrónico [diazheyce@gmail.com](mailto:diazheyce@gmail.com)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo **04.12.23** Hora de Muestreo **09:05**

Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -

Procedimiento de Muestreo -

Tipo de Muestreo **Puntual**

Número de puntos de muestreo **04**

Ensayos solicitados **Fisicoquímicos- Microbiológicos**

Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**

Referencia de la Muestra: **Colpapampa - Chota- Cajamarca**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC-1560-2023** Cadena de Custodia **CC - 1325 - 23**

Fecha y Hora de Recepción **04.12.23 15:28** Inicio de Ensayo **04.12.23 17:20**

Reporte Resultado **14.12.23 15:40**

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO  
Edder Miguel PAU 20453744188 soft.  
rolivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 14/12/2023 16:40 p. m.

Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

**Cajamarca, 14 de diciembre de 2023**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 12230092**

ENSAYOS			Fisicoquímicos					
Código de la Muestra			P1	P2	P3	P4	-	-
Código Laboratorio			12230092-01	12230092-02	12230092-03	12230092-04	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción			Subterránea- Manantial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			Captación Alcapala E: 760774; N: 9278858	Reservorio-Cajamarca E: 760719; N: 9278953	Piñata N°1 E: 760774; N: 9278858	Piñata N°2 E: 760774; N: 9278858	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Turbidez	NTU	0.09	0.29	0.19	0.26	0.13	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.65	7.55	7.52	7.60	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	346.0	328.5	339.5	336.0	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5	171.0	162.0	169.5	165.0	-	-
(*) Temperatura (T°)	°C	N.A.	16.25	16.02	16.25	16.33	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
LOPEZ LECN Freddy Humberto  
PAU 20453744105 soft  
motivo: Vao en señal de  
conformidad  
Fecha: 14/12/2023 16:27 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 14 de diciembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 12230092**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			P1	P2	P3	P4	-	-
Código Laboratorio			12230092-01	12230092-02	12230092-03	12230092-04	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción			Subterránea- Manantial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			Capatación-Altopala E:760774; N:9278858	Reservorio-Colpampa E:760719; N:9278632	Pieta N°1 E:760774; N:9278858	Pieta N°2 E:760774; N:9278858	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	75	50	31	35	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	45	25	4.8	5.5	-	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	15	<1.8	<1.8	<1.8	-	-

*Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado*



Firmado digitalmente por  
JULIETA SANTA CRUZ Erre  
PAU 20453744188 soft  
web: Vea en soft al de  
confiabilidad  
Fecha: 14/12/2023 16:28 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 14 de diciembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 12230092**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
Conductividad a 25°C	$\mu S/cm$	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24 th Ed. 2023: Conductivity. Laboratory Method
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, C, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 100 oC
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 24 th Ed. 2023: Temperature. Laboratory and Field Methods
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 24 th Ed. 2023: 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. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matríz 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 en 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 los 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-23-F01 Rev.N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 14 de diciembre de 2023



Firmado digitalmente por  
NEYRA JAICO Edler Miguel  
PAU 20453744198 soft  
método: Visto en soft al día  
conformidad  
Fecha: 14/12/2023 16:46 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 12230092**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24 th Ed. 2023: Conductivity. Laboratory Method
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, C, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180 oC
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2500 B, 24 th Ed. 2023: Temperature. Laboratory and Field Methods
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 24 th Ed. 2023: 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. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matríz 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 en 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-23-F01 Rev.N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 14 de diciembre de 2023



Firmado digitalmente por  
NEYRA JANCO Esteban Miguel  
FAU 20453744 108 soft  
motibiz: Vtas en serñ al de  
conformidad  
Fecha: 14/12/2023 16:40 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 01240008**

ENSAYOS			Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	P1	P2	P3	P4	-	-		
Código Laboratorio	01240008-01	01240008-02	01240008-03	01240008-04	-	-		
Matriz	Natural	Natural	Natural	Natural	-	-		
Descripción	Subterránea- Manantial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-		
Localización de la Muestra	Captación Alacopata E: 760774; N: 9278858	Reservorio-Cajampá E: 760719; N: 9278833	Piñata N°1 E: 760774; N: 9278858	Piñata N°2 E: 760774; N: 9278858	-	-		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Turbidez	NTU	0.09	0.33	0.145	0.16	0.22	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.35	7.55	7.39	7.45	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	686.0	658.5	590.0	483.0	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5	419.0	274.0	265.5	271.5	-	-
(*) Temperatura (T°)	°C	N.A.	18.87	17.25	17.11	17.92	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
LÓPEZ LECHE Yvelly Humberto  
PAJ 20483744198 aut.  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 16/01/2024 04:39 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 16 de enero de 2024

**INFORME DE ENSAYO N° IE 01240008**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			P1	P2	P3	P4	-	-
Código Laboratorio			01240008-01	01240008-02	01240008-03	01240008-04	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural	-	-
Descripción			Subterránea- Manantial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			Capatación-Altoapala E:760774; N:9278858	Reservorio-Cajamarca E:760719; N:9278632	Pieta N°1 E:760774; N:9278858	Pieta N°2 E:760774; N:9278858	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.B	920	850	715	650	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.B	130	95	75	110	-	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.B	130	95	40	110	-	-

*Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado*



Firmado digitalmente por  
ZULUETA SANTA CRUZ Enver  
FAU 25453744168 srb  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 16/01/2024 04:35 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 16 de enero de 2024

**INFORME DE ENSAYO N° IE 01240008**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24 th Ed. 2023: Conductivity. Laboratory Method
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, C, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180 °C
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2500 B, 24 th Ed. 2023: Temperature. Laboratory and Field Methods
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 24 th Ed. 2023: 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, 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz 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 en 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 los 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-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 16 de enero de 2024



Firmado digitalmente por:  
HELYNA JAVIERO Sotelo Miguel  
FNU 23453744-168 soft  
Método: Visto en señal de  
confianza  
Fecha: 16/01/2024 04:45 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

## Anexo 2: Panel fotográfico

### Figura 1

*Identificación del punto E1 (captación) del sistema de agua*



### Figura 2

*Identificación del punto E2 (reservorio) del sistema de agua*



**Figura 3**

*Identificación del punto E3 (1ra vivienda) del sistema de agua*



**Figura 4**

*Identificación del punto E4 (última vivienda) del sistema de agua*



**Figura 5**

*Toma de muestras en el punto E1 (captación) del sistema de agua*



**Figura 6**

*Toma de muestras en el punto E2 (reservorio) del sistema de agua*



**Figura 7**

*Toma de muestras en el punto E3 (1ra vivienda) del sistema de agua*



**Figura 8**

*Toma de muestras en el punto E4 (última vivienda) del sistema de agua*

