

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CENTRO  
POBLADO DE SULCAMARCA Y CABANUIPUJO, DISTRITO DE**

**HUACULLANI-2024**

**PRESENTADA POR:**

**YANETH MUSAJA QUECAÑO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2025**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](http://Universidad Privada San Carlos) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



# 6.97%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 19 DEC 2024, 2:11 PM

## Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL  
1.37%

● CHANGED TEXT  
5.6%

## Report #24232591

YANETH MUSAJA QUECAÑO // CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO D EL CENTRO POBLADO DE SULCAMARCA Y CABANUIPUJO , DISTRITO DE HUACULLANI-2024 RESUMEN Este estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar la calidad del agua para consumo humano de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo, distrito de Huacullani-2024 . 41 La investigación es de tipo descriptivo comparativo, mediante un enfoque cuantitativo, no experimental. Se determino la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, en comparación con los LMP -D.SN°031-2010-SA, la recolección de datos, se basó en el Protocolo de muestreo de aguas considerando la preservación, conservación, transportes, almacenamiento y envío de las muestras de agua para su análisis en laboratorio, conforme al Reglamento N°160-2015/DIGESA/SA. Los resultados obtenidos fueron color (5 (UCV escala Pt/Co), turbiedad (0,18 y 0,2 UNT), pH (8,1 y 8,2), conductividad (185,2 y 138,3 µmho/cm), sólidos totales disueltos (94 y 71 mg L-1), dureza total (84.86 y 55.3 mg CaCO3 L-1), arsénico ( 0,00075 y 0,00139 mg As L-1), cadmio (0,00003 y 0,00002 mg Cd L-1), cloro (0,02 mg L-1) , mercurio (<0.0005 mg Hg L-1), nitratos(5,09 a 0,83 mg No3L-1), nitritos (0,02 mg No2L-1), en contraste con los LMP, estos valores no son considerablemente elevados, a excepción del

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TESIS**

**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO  
DE SULCAMARCA Y CABANUIPUJO , DISTRITO DE HUACULLANI-2024**

**PRESENTADA POR:**

**YANETH MUSAJA QUECAÑO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA


PRIMER MIEMBRO

:

  
\_\_\_\_\_  
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
\_\_\_\_\_  
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

ASESOR DE TESIS

:

  
\_\_\_\_\_  
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 26 de diciembre del 2024.

## DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, quienes me inculcaron el amor por el conocimiento y siempre creyeron en mí..

A mi familia por su apoyo, por estar presente en cada momento, por darme sus positivos consejos y por su confianza.

A mi asesor, por su paciencia, sabiduría y dedicación. Su guía ha sido fundamental para la realización de este trabajo.

A mi mejor amigo y compañero de vida, por escucharme siempre y apoyarme incondicionalmente en la realización de este trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

A la universidad privada San Carlos, a la escuela profesional de Ingeniería Ambiental y su plana docente por darme la oportunidad de formarme como profesional.

En segundo lugar, quiero expresar mi gratitud a mi asesor, por su invaluable orientación, paciencia y respaldo incondicional a lo largo de este proceso. Su dedicación y experiencia fueron cruciales para terminar este trabajo.

Además, agradezco a los miembros de jurado calificador, quienes, con sus consejos y recomendaciones, mejoraron significativamente esta investigación.

Un agradecimiento especial a mis compañeros y amigos, por su amistad, apoyo y ánimo en momentos difíciles. Este camino habría sido mucho más difícil sin ustedes.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>16</b>
1.1.1. Problema general	17
1.1.2. Problema específico	18
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>18</b>
1.2.1. Antecedentes internacionales	18
1.2.2. Antecedentes nacionales	19
1.2.3. Antecedentes locales	21
<b>1.3. OBJETIVOS</b>	<b>23</b>
1.3.1. Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos	23

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	<b>24</b>
2.1.1. Agua	24
2.1.2. Calidad del agua	24
2.1.3. Fuentes de abastecimiento de agua	25
2.1.4. Sistema de abastecimiento de agua	25
2.1.5. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	26
<b>2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL</b>	<b>32</b>
<b>2.3. MARCO TEÓRICO NORMATIVO</b>	<b>33</b>
<b>2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>34</b>
2.4.1. Hipótesis general	34
2.4.20 Hipótesis específicas	34

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1 ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>35</b>
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>36</b>
3.2.1. Población	36
3.2.2. Muestra	36
<b>3.3. MÉTODOS Y MATERIALES</b>	<b>37</b>
3.3.1. Métodos e instrumentos de recolección de datos	38
3.3.2 Diseño metodológico por objetivos	39
3.3.3. Técnicas de análisis	40
<b>3.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>41</b>
<b>3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>42</b>

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

<b>4.1. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE SULCAMARCA Y CABANUIPUJO , DISTRITO DE HUACULLANI-2024</b>	<b>43</b>
<b>4.2 RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DE ACUERDO A LOS LMP - D.S N°031-2010-SA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.</b>	<b>45</b>
4.2.1. Determinación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca.	45
4.2.2. Determinación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano del centro poblado de Cabanuipujo.	47
4.2.3. Análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano en base a los LMP del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	49
<b>4.3. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A LOS LMP - D.S N°031-2010-SA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO</b>	<b>62</b>
4.3.1. Determinación de la concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca.	62
4.3.2. Determinación de la concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del centro poblado de Cabanuipujo.	64
4.3.3. Análisis comparativo de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en base a los LMP del centro poblado de Sulcamarca	

y Cabanuipujo.	66
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>72</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 01:</b> Límites Máximos Permisibles de parámetros fisicoquímicos	26
<b>Tabla 02:</b> Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos.	27
<b>Tabla 03:</b> Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo.	37
<b>Tabla 04:</b> Operacionalización de variables	41
<b>Tabla 05:</b> Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los sistemas de abastecimiento de agua (reservorio) del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	43
<b>Tabla 06:</b> Comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos con los LMP-DS N°031-2010-SA del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca.	45
<b>Tabla 07:</b> Comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos con los LMP-DS N°031-2010-SA del agua para consumo humano del Centro Poblado de Cabanuipujo.	47
<b>Tabla 08:</b> Comparación de la concentración de los parámetros microbiológicos con los LMP-DS N°031-2010-SA del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca	62
<b>Tabla 09:</b> Comparación de la concentración de los parámetros microbiológicos con los LMP-DS N°031-2010-SA del agua para consumo humano del centro poblado de Cabanuipujo.	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Ubicación geográfica de la zona de estudio	36
<b>Figura 02:</b> Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.	37
<b>Figura 03:</b> Análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano en base a los LMP del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	49
<b>Figura 04:</b> Comparación de los valores del color con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	50
<b>Figura 05:</b> Comparación de los valores de turbiedad con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	51
<b>Figura 06:</b> Comparación de los valores de pH con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	52
<b>Figura 07:</b> Comparación de los valores de conductividad eléctrica con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	53
<b>Figura 08:</b> Comparación de los valores de sólidos totales disueltos con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	54
<b>Figura 09:</b> Comparación de los valores de dureza total con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	55
<b>Figura 10:</b> Comparación de los valores de arsénico con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	56
<b>Figura 11:</b> Comparación de los valores de cadmio con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	57
<b>Figura 12:</b> Comparación de los valores de cloro con los LMP del agua para consumo	

humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	58
<b>Figura 13:</b> Comparación de los valores de mercurio con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	59
<b>Figura 14:</b> Comparación de los valores de nitratos con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	60
<b>Figura 15:</b> Comparación de los valores de nitritos con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	61
<b>Figura 16:</b> Análisis comparativo de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en base a los LMP del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	66
<b>Figura 17:</b> Comparación de la concentración de coliformes fecales con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	67
<b>Figura 18:</b> Comparación de la concentración de coliformes totales con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	68
<b>Figura 19:</b> Comparación de la concentración de bacterias heterotróficas con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	70
<b>Figura 20:</b> Comparación de la concentración de huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.	71
<b>Figura 21:</b> Sistema de abastecimiento de agua (reservorio) del centro poblado de Sulcamarca	97
<b>Figura 22:</b> Sistema de abastecimiento de agua (reservorio) del centro poblado de Cabanuipujo.	97

<b>Figura 23:</b> Toma de muestra 1 del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Sulcamarca.	98
<b>Figura 24:</b> Toma de muestra 1 del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Sulcamarca.	98
<b>Figura 25:</b> Toma de muestra 2 del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Cabanuipujo.	99
<b>Figura 26:</b> Toma de muestra 2 del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Cabanuipujo.	99
<b>Figura 27:</b> Envases utilizados para la toma de muestra de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	100
<b>Figura 28:</b> Muestras tomadas para el análisis de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	100

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia: calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo, distrito de Huacullani - 2024	81
<b>Anexo 02:</b> Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS 031-2010-SA	82
<b>Anexo 03:</b> LMP parámetros microbiológicos según el D.S. N° 031-2010-SA	84
<b>Anexo 04:</b> LMP parámetros físicoquímicos según el D.S. N° 031-2010-SA	85
<b>Anexo 05:</b> Resolución Directoral N°160-2015/DIGESA/SA “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano”	86
<b>Anexo 06:</b> Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, microbiológicas, parasitológicas, organolépticas e inorgánicas, según la RD-160-2015/DIGESA/SA.	90
<b>Anexo 07:</b> Resolución Directoral N°3930-2009/DIGESA/SA. “Directiva sanitaria para la interpretación de resultados de ensayo de calidad de agua”.	91
<b>Anexo 08:</b> Panel fotográfico	97
<b>Anexo 09:</b> Resultados de laboratorio del sistema de agua potable del centro poblado Sulcamarca.	101
<b>Anexo 10:</b> Resultados de laboratorio del sistema de agua potable del centro poblado Cabanuipujo	105

## RESUMEN

Este estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar la calidad del agua para consumo humano de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani-2024 . La investigación es de tipo descriptivo comparativo, mediante un enfoque cuantitativo, no experimental. Se determinó la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, en comparación con los LMP -D.SN°031-2010-SA, la recolección de datos, se basó en el Protocolo de muestreo de aguas, conforme al Reglamento N°160-2015/DIGESA/SA. Los resultados obtenidos fueron color (5 (UCV escala Pt/Co), turbiedad (0,18 y 0,2 UNT), pH (8,1 y 8,2), conductividad (185,2 y 138,3  $\mu\text{mho/cm}$ ), sólidos totales disueltos (94 y 71  $\text{mg L}^{-1}$ ), dureza total (84.86 y 55.3  $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ ), arsénico ( 0,00075 y 0,00139  $\text{mg As L}^{-1}$ ), cadmio (0,00003 y 0,00002  $\text{mg Cd L}^{-1}$ ), cloro (<0,02  $\text{mg L}^{-1}$ ) , mercurio (<0.0005  $\text{mg Hg L}^{-1}$ ), nitratos (5,09 a 0,83  $\text{mg No}_3\text{L}^{-1}$ ), nitritos (0,02  $\text{mg No}_2\text{L}^{-1}$ ), en contraste con los LMP, estos valores no son considerablemente elevados, a excepción del parámetro cloro, que registró un valor inferior 0,05  $\text{mg L}^{-1}$  del rango determinado en los LMP. Con respecto a los parámetros microbiológicos: coliformes fecales (2,2 NMP/100 y <1,8 NMP/100 mL), coliformes totales (120 y 3,6 NMP/100 mL), bacterias heterotróficas (18 y 25 UFC/mL), huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (<1 N° org/L), se evidenció una significativa presencia de contaminantes microbiológicos, superando los LMP. Concluyendo que la calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani, requiere implementar tratamiento, para eliminar los contaminantes y garantizar el acceso a agua potable en cumplimiento con los LMP establecidos en D.S.N° 031-2010-SA.

**Palabras clave:** Agua, Calidad, Contaminación, Fisicoquímico, Microbiológico.

## ABSTRACT

This study was developed with the objective of evaluating the quality of water for human consumption according to the LMP - D.S N°031-2010-SA of the Sulcamarca and Cabanuijuo population center, district of Huacullani-2024. The research is of a comparative descriptive type, using a quantitative, non-experimental approach. The concentration of the physicochemical and microbiological parameters was determined, in comparison with the LMP-D.SN°031-2010-SA, data collection was based on the Water Sampling Protocol, in accordance with Regulation N°160-2015/DIGESA/SA. The results obtained were: color (5 (UCV Pt/Co scale), turbidity (0.18 and 0.2 UNT), pH (8.1 and 8.2), conductivity (185.2 and 138.3  $\mu\text{mho/cm}$ ), total dissolved solids (94 and 71  $\text{mg L}^{-1}$ ), total hardness (84.86 and 55.3  $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ ), arsenic (0.00075 and 0.00139  $\text{mg As L}^{-1}$ ), cadmium (0.00003 and 0.00002  $\text{mg Cd L}^{-1}$ ), chlorine ( $<0.02 \text{ mg L}^{-1}$ ), mercury ( $<0.0005 \text{ mg Hg L}^{-1}$ ), nitrates (5.09 to 0.83  $\text{mg No}_3\text{L}^{-1}$ ), nitrites ( 0.02  $\text{mg No}_2\text{L}^{-1}$ ), in contrast to the LMP, these values are not considerably high, with the exception of the chlorine parameter, which recorded a value 0.05  $\text{mg L}^{-1}$  lower than the range determined in the LMP. microbiological parameters: fecal coliforms (2.2 NMP/100 and  $<1.8 \text{ NMP/100 mL}$ ), total coliforms (120 and 3.6 NMP/100 mL), heterotrophic bacteria (18 and 25 CFU/mL), eggs and larvae of helminths, cysts and oocysts of pathogenic protozoans ( $<1 \text{ No. org/L}$ ), a significant presence of microbiological contaminants was evident, exceeding the LMP. Concluding that the quality of water for human consumption in the town of Sulcamarca and Cabanuijuo, district of Huacullani, requires treatment to eliminate contaminants and ensure access to drinking water in compliance with the MPLs established in D.S. N° 031-2010-SA.

**Keywords:** Water, Quality, Pollution, Physicochemical, Microbiological.

## INTRODUCCIÓN

El agua potable es un derecho humano fundamental y una necesidad básica para la salud y el bienestar. La calidad del agua para consumo humano está directamente relacionada con la prevención de enfermedades y la promoción de una vida saludable. Es imperativo garantizar que el agua que está destinada al consumo humano, cumpla con los límites máximos permisibles establecidos por el D.S N°031-2010-SA.

Es fundamental la evaluación de la calidad del agua en el centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, cuyos sistemas de abastecimiento de agua (reservorio) provenientes de una captación de tipo manantial, carece de una eficiente gestión de los servicios de agua potable y saneamiento básico, subrayando la necesidad de mejorar estos sistemas para garantizar un suministro seguro.

Este estudio se enfocó en determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani.

Esta investigación busca contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, a través de los resultados de la investigación proporcionarán información valiosa a las autoridades locales y regionales para la planificación y ejecución de políticas públicas en materia de saneamiento básico, al difundir los resultados de la investigación, se busca generar conciencia sobre la importancia de la garantía de un suministro de agua segura. Los datos obtenidos contribuirán al conocimiento científico sobre la calidad del agua en zonas rurales y podrán servir como referencia para futuras investigaciones.

Este informe de tesis se organiza de la siguiente manera:

En el Capítulo I, contextualiza la investigación al presentar la problemática de la falta de gestión adecuada del sistema de abastecimiento de agua por parte de la junta administradora y la municipalidad, revisando estudios previos y estableciendo como

objetivo evaluar la calidad del agua para consumo humano según D.S N°031-2010-SA del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo , distrito de Huacullani-2024, con el fin de conocer su estado actual y tomar medidas necesarias.

El Capítulo II, construye el marco teórico de la investigación, revisando la literatura científica sobre la calidad del agua. Se citan trabajos de diferentes autores e instituciones, y se establecen las bases teóricas y normativas que sustentan el estudio. Además, se plantea la hipótesis que se busca comprobar.

El Capítulo III, operacionaliza la investigación, detallando el enfoque metodológico que se seguirá. Se especifica el tipo de estudio y su diseño, se describen los instrumentos y técnicas de recolección de datos, y se identifican las variables que serán medidas para responder a las preguntas de investigación.

El Capítulo IV, se dedica a la interpretación de los datos obtenidos en el estudio. Se presentan los resultados de manera clara y concisa, utilizando tablas y figuras para facilitar su comprensión. Se realiza un análisis detallado de la calidad del agua, comparándola con los Límites Máximos Permisibles (LMP), y se discuten las implicancias de estos resultados en relación con los antecedentes y el contexto local

Al final se presentan las conclusiones de la investigación, las cuales se derivan del análisis de los resultados obtenidos. Se proponen recomendaciones prácticas para mejorar la calidad del agua y garantizar el acceso a un servicio de agua potable seguro para la población del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es esencial para la vida en la tierra, pero enfrenta desafíos críticos en todo el mundo, tales como, la escasez, acceso desigual al agua segura, contaminación y efectos del cambio climático. Para abordar estos problemas se requiere una acción coordinada a nivel global, incluidas estrategias para la gestión sostenible, la conservación de los recursos hídricos, la protección de los ecosistemas acuáticos y el acceso equitativo a los servicios de agua. Para garantizar un suministro de agua seguro y sostenible para todos, es indispensable la colaboración entre gobiernos, organismos internacionales, empresas y la sociedad civil (Garros y Safar, 2020).

Datos actualizados de la OMS y UNESCO revelan que mejorar el acceso al agua potable, saneamiento adecuado y prácticas de higiene podría prevenir hasta 400 mil muertes anuales por enfermedades diarreicas en niños menores de cinco años (UNESCO, 2023).

Según los últimos datos, el 90% de la población peruana cuenta con acceso a agua potable, mientras que el 80% dispone de servicios de alcantarillado. En las zonas rurales, (2 de cada 10) niños menores de cinco años sufren de desnutrición y (5 de cada 10) niños de 6 a 36 meses padecen anemia. De modo que el acceso al agua potable es crucial, ya que se ha demostrado que reduce los casos de diarrea en la infancia, lo que aumenta el peligro de desarrollar desnutrición crónica en los niños (SUNASS, 2024).

La región de Puno, está compuesta por 13 provincias y 110 distritos, puesto que hay 110 ATM, con una persona responsable asignada por cada distrito. El Decreto Legislativo N°1280 establece el marco legal para la gestión y prestación de servicios de saneamiento. De acuerdo con esta ley, el Área Técnica Municipal (ATM) es responsable de monitorear, supervisar, fiscalizar y brindar asistencia y capacitación técnica a los prestadores de servicios de agua potable y saneamiento básico que está a cargo de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), son las encargadas de brindar los servicios de agua potable y saneamiento básico. Sin embargo, estas JASS tienen problemas para administrar, operar y mantener el servicio. Como resultado, el conjunto de la población bebe agua no potable todos los días del año, contribuyendo a la prevalencia de trastornos parasitarios y digestivos (Pacohuanaco, 2023).

El centro poblado de Sulcamarca y Cabanuiju del distrito de Huacullani, cuentan con sistema de abastecimiento de agua (reservorio), provenientes de una captación de tipo manantial, el cual carece de una adecuada gestión de los servicios de agua potable y saneamiento básico. Sumándose a esto las deficientes e inexistentes condiciones de la prestación del servicio, tales como la potabilización y otras formas de desinfección, tratamiento y mantenimiento, por parte de la JASS y la municipalidad. La causa de esta problemática con una población sin cultura sanitaria, es la falta de educación y concientización sobre la calidad del agua para consumo humano. Por tanto, ante esta problemática es necesario evaluar la calidad de agua y solucionar el problema de saneamiento básico del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuiju del distrito de Huacullani.

### **1.1.1. Problema general**

¿Cómo es la calidad del agua para consumo humano según D.S N°031-2010-SA del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuiju , distrito de Huacullani-2024?

### 1.1.2. Problema específico

¿Los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani cumplirán con los LMP - D.S N°031-2010-SA?

¿Los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani cumplirán con los LMP - D.S N°031-2010-SA?

## 1.2. ANTECEDENTES

### 1.2.1. Antecedentes internacionales

Palacios y Velastegui (2020), en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la comunidad San Rafael, provincia de Pichincha-Ecuador”. En la determinación de las características del agua del sistema de abastecimiento y distribución del agua, realizaron pruebas químicas y microbiológicas y los resultados obtenidos fueron evaluados y comparados con la norma según (TULSMA). A través de los análisis químicos y microbiológico se realizó una prueba presuntiva para determinar los parámetros que 2 de ellos turbidez (18,37 NTU) y aluminio (0,267 Al mg/L) no cumplen con el límite máximo permisible, el cual recomienda realizar la desinfección a la infraestructura de todos los componentes de sistema de abastecimiento y distribución del agua mínimo 3 veces al año, con hipoclorito de calcio, para prevenir la contaminación de microorganismos.

Parra y Roncancio (2020), de acuerdo al análisis de la calidad de agua para consumo humano de 288 acueductos rurales del departamento de Boyacá, Colombia, afirma que alrededor 60% de los abastos presentan contaminación microbiológica, coliformes totales y *Escherichia coli*, cerca de 40% superan los límites máximos permisibles de turbiedad y más de 70% no cumplen con el rango de concentración de cloro residual. Recomienda

que es necesario gestionar integral y particularmente cada acueducto a partir de metodologías que garanticen la seguridad del agua abastecida en estas comunidades.

Barros et al. (2023), el objetivo de su trabajo de tesis fue analizar la calidad del agua subterránea destinada a consumo humano en el barrio la pradera del partido de Villa Gesell, provincia de Buenos Aires. Los resultados obtenidos indican que el 38% de las viviendas presentan condiciones que no cumplen con la normativa vigente aceptada. Se hallaron valores mínimos de 5 mg/L y máximos de 400 mg/L (nitratos), 1 mg/L y 5 mg/L (nitritos), 260 y 1370  $\mu\text{S/cm}$  (conductividad). De acuerdo con los resultados obtenidos recomienda al área de salud municipal talleres de información para la población sobre el uso de métodos de potabilización adecuados para el agua de consumo proveniente de fuentes subterráneas.

### **1.2.2. Antecedentes nacionales**

Mau (2023), en su trabajo de investigación obtuvo como resultados: cadmio ( $<0,001$ - $<0,002$  Cd mg/L), cobre (0,003-0,009 Cu mg/L), hierro (0,012-0,021Fe mg/L), plomo ( $<0,000$ - $<0,009$  Pb mg/L) y zinc (0,013-0,024Zn mg/L), las concentraciones se mantienen por debajo de los Límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA. En cuanto a coliformes totales y fecales los niveles son casi nulos en pileta debido a una buena dosificación de cloro, encontrando estos parámetros muy por debajo a los LMP de lo establecido en el reglamento.

Palomino (2023), en su tesis “Evaluación de calidad de agua para consumo humano en el manantial estange del sector Patawasi, Checacupe-Canchis-Cusco 2022”, presentó los resultados de los parámetros físico-químicos: la temperatura (21,6-21,6 C°), dureza (677,56-703,70 mg  $\text{CaCO}_3$  L<sup>-1</sup>), demanda bioquímica de oxígeno (8,01-4,54 mg/L) y oxígeno disuelto (5,72-6 mg/L), los cuales superaron los límites establecidos en la normativa vigente D.S. N° 0004-2017-MINAM y D.S. N° 0031-2010-SA. Con respecto a los parámetros microbiológicos: los coliformes totales (33 NMP/100 ml), superan los

estándares de calidad ambiental. concluyendo que la calidad de agua para consumo humano no es apta en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco, con respecto al D. S. 0004-2017 MINAM y el D. S. N.º 00312010-SA. Se recomienda una planta de tratamiento de agua potable (PTAP).

Pacaya y Pascal (2022), en su trabajo de investigación obtuvo los siguientes resultados: conductividad máxima de 418,89  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y mínima de 156,22  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sólidos disueltos (209,44-91,61 mg/L), pH (7,64-7,01), temperatura (27,23-28,46  $^{\circ}\text{C}$ ) y aluminio (0,0894- $<0,0025$  mg Al/L) se encuentran dentro de los límites permitidos, se detectaron niveles excesivos de coliformes totales (63,94- 8,33 UFC/100 mL a 35  $^{\circ}\text{C}$ ), coliformes termotolerantes (30,89-2,44)UFC/100 mL a 44,5  $^{\circ}\text{C}$ ), turbidez (50,77-0,4 UNT), hierro (0,5086-0,0077 mg Fe/L) y una deficiencia generalizada en la concentración de cloro residual ( 0 mg/L). Concluyó que los parámetros físicos y químicos de la calidad del agua no es apta para el consumo humano.

Poma (2023), en su tesis "Evaluación de la calidad de agua física, microbiológica y parasitológica en el sistema de agua potable y del sistema alcantarillado de la zona urbana de la comunidad campesina de San Antonio de Rancas, Distrito de Simón Bolívar, Provincia de Pasco - 2021". De los resultados obtenidos de los parámetros físicoquímicos encontró que la turbiedad, su valor más alto fue 1,34 NTU y el más bajo fue 0,68 NTU, el oxígeno disuelto, registrada con el mínimo valor fue 72 mg/L y el máximo fue de 74 mg/L y un pH 7,05 . En cuanto a los parámetros microbiológicos: la detección de larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (0 N° org/L), bacterias heterótrofas (14 a 220 UFC/mL), coliformes totales registraron valores de ( $<1,1$  a  $<1,8$  NMP/100 mL), coliformes fecales o termotolerantes ( $<1,1$  a  $<1,8$  NMP/100 mL) y *Escherichia coli* ( $<1,1$  a  $<1,8$  NMP/100 mL). Concluyó que los parámetros físicos, microbiológicos y parasitológicos del agua, desde su captación hasta su distribución en el

sistema de agua potable, se encuentran dentro de los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

### **1.2.3. Antecedentes locales**

Roque (2024), realizó la determinación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica de los recursos de agua de consumo humano del distrito de Santiago de Pupuja, Azángaro – Puno, los resultados para los parámetros fisicoquímicos fueron: dureza 30,00 mg/L y 53,00 mg/L, pH 7,37 y 8,13, conductividad eléctrica 399,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 649,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , nitratos 1,00 mg/L y 1,67 mg/L, hierro 0,00 mg/L y sulfatos 208.00 mg/L y 343.33 mg/L, así mismo los resultados microbiológicos para coliformes totales 12,40 NMP/100 mL y 141,00 NMP/100 mL y coliformes termotolerantes 3,00 NMP/100 mL y 9,77 NMP/100 mL. Las muestras de agua analizadas superan los límites permisibles establecidos para coliformes totales, coliformes termotolerantes y sulfatos comparados con el D.S. N° 031-2010-SA. Concluyendo que la fuente de agua de consumo humano de Santiago de Pupuja no cumple con los estándares de calidad.

Avila (2024), en su tesis titulada "Evaluación de la Calidad de Agua Subterránea para Consumo Humano, Distrito de Paucarcolla, 2022". Los resultados para los parámetros físicos mostraron que el pH fue de 7,01 a 7,56, con temperaturas constantes de 15 °C y conductividad eléctrica presentó variaciones entre 305,50 y 451  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Respecto a los parámetros químicos: los valores de dureza varían en promedio desde 94,20 a 230,86 mg/L, alcalinidad (151,225 a 207.61mg/L), cloruros (88,07 a 200,64 mg/L), sulfatos presentaron medias desde 37,05 mg/L hasta 50,82 mg/L y los sólidos disueltos totales (SDT) varió entre 187,80 mg/L hasta 226 mg/L, las cuales se encontraron dentro de los límites permisibles. En cuanto a los parámetros microbiológicos no se detectaron coliformes totales y fecales en las muestras analizadas. Concluyó que todos los parámetros evaluados fueron satisfactorios y por debajo de los límites máximos permisibles, garantizando así la calidad del agua en la región.

Paredes (2023), evaluó la calidad del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku, en el distrito de Puno, con el objetivo de determinar su aptitud para el consumo humano. Los resultados obtenidos de los parámetros bacteriológico indican coliformes totales 4 (UFC/100mL) y en coliformes termotolerantes <1 (UFC/100 mL); en cuanto a los resultados de los parámetros físicos químicos fue: color (0) pt/co, turbiedad 30,29 y 6,585 NTU, conductividad 225,5 y 339,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH de 6,02 y 5,73, dureza total 373,76 y 337,86 mg/L, total de sólidos disueltos 112,9 y 216,5 mg/L, cloruros 132,96 y 132,93 mg/L, sulfatos 50,2 y 63,82 mg/L. Los niveles de (coliformes totales, turbiedad y pH), no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Por lo tanto, se recomienda la implementación de un tratamiento de potabilización convencional, como la cloración, para garantizar la calidad del agua y su seguridad para el consumo humano.

Ccapa (2024), evaluó la calidad del agua en el sector Tunuhiri Grande, Puno. Los hallazgos de los parámetros fisicoquímicos revelan concentraciones de turbiedad que oscilan entre 0.0012 y 0.0015 UNT, con un color que varía de 11 a 14 UCV, escala Pt/Co y pH de 6,5 a 7,26, cifras que no son considerablemente elevadas en comparación con los LMP, a excepción del parámetro de cloro residual, en todas las muestras analizadas, presentó un valor nulo (0 mg/L), lo cual se encuentra por debajo del límite mínimo permisible establecido en la normativa. En contraposición, se destaca la existencia de coliformes totales con valores de 7,2 a 290 NMP/100 mL, y coliformes termotolerantes con 3,6 a 93 NMP/100 mL, superando de manera significativa los LMP definidos en el D.S. N°031-2010-SA. Esto indica una contaminación bacteriológica que hace el agua no apta para consumo humano. Se recomienda implementar un sistema de tratamiento y desinfección del agua para garantizar la seguridad sanitaria.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la calidad del agua para consumo humano de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani-2024.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani.

Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

##### 2.1.1. Agua

El agua desempeña un papel esencial en todos los aspectos de la vida y el desarrollo económico. Para garantizar su seguridad tanto para el consumo humano como para otros usos, es indispensable controlar diversos parámetros. Por lo tanto, es fundamental que el agua se mantenga dentro de los límites establecidos, mediante análisis regulares y la implementación de sistemas adecuados de tratamiento y purificación. Una gestión eficiente del suministro de agua, junto con un monitoreo continuo, resulta clave para proteger la salud pública y garantizar que el agua sea segura para diferentes aplicaciones. Cabe destacar que las normativas y regulaciones relacionadas con el agua potable varían de un país a otro, aunque todas tienen como objetivo asegurar que se cumplan los estándares (Ccaso, 2024).

##### 2.1.2. Calidad del agua

La calidad de agua está relacionada con las características físicoquímicos y bacteriológicas del agua, implica la determinación de diversos parámetros que influyen en la idoneidad para el consumo humano, aquellos que afectan la seguridad sanitaria, la salud y el crecimiento económico dependen de la calidad del agua (Chávez, 2020).

### **2.1.3. Fuentes de abastecimiento de agua**

El agua que se extrae para su tratamiento y posterior distribución a la población se conoce como fuentes de abastecimiento de agua. Estas fuentes se dividen principalmente en dos categorías:

Fuentes superficiales : El abastecimiento de agua potable en muchas regiones del mundo depende de fuentes superficiales de agua, como los ríos, lagos y embalses.

Fuentes subterráneas: Los manantiales, los acuíferos y los pozos son los tres principales tipos, las fuentes subterráneas de agua son esenciales para proporcionar agua potable en muchas áreas, especialmente en lugares donde las fuentes superficiales no son adecuadas.

Las fuentes de abastecimiento de agua permiten que el agua desde las fuentes naturales, ya sean subterráneas y superficiales, requiere de un tratamiento previo para su posterior distribución llegue al punto de consumo en la cantidad y calidad necesarias. La complejidad del proceso de potabilización va a depender de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua (Orozco, 2019).

### **2.1.4. Sistema de abastecimiento de agua**

Los sistemas de abastecimiento de agua, que se refiere al conjunto de componentes que comprende tecnologías e instalaciones, están destinados a transportar, tratar, almacenar y distribuir el agua desde la fuente ya sea superficial o subterránea hasta los hogares de los usuarios, satisfaciendo así las necesidades de la población, los componentes que conforman un sistemas de abastecimiento deben cumplir con las normas del diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, con la función que llegue al punto de consumo en la cantidad y calidad requeridas (Pacaya y Pascal, 2022).

### 2.1.5. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Para evaluar la calidad del agua para consumo humano, se consideran los principales parámetros, que se agrupan en categorías fisicoquímicas y microbiológicas. Debido a que el agua es un medio de propagación de enfermedades, es necesario monitorear constantemente su calidad para prevenir epidemias (Romero, 2021).

De acuerdo al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, emitido por el DS N°031-2010-SA (Anexo 02), el cual establece los Límites Máximos Permisibles:

**Tabla 01:** Límites Máximos Permisibles de parámetros fisicoquímicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad eléctrica	µmho/cm	1 500
Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
Arsénico	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
Cloro	mg L <sup>-1</sup>	5
Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga

UCV: Unidad de color verdadero

UNT : Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031- 2010-SA.

**Tabla 02:** Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Coliformes fecales	NMP/100 mL a 44,5°C	<1,8
Coliformes totales	NMP/100 mL a 35°C	<1,8
Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0

**Fuente:** Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031- 2010-SA.

#### 2.1.5.1 Parametros fisicoquimicos

##### Color

La presencia de iones metálicos como manganeso y hierro, así como materia orgánica y, en ocasiones, desechos industriales, da al agua su color. En el caso de las aguas utilizadas por los humanos, una cantidad excesiva podría indicar una ineficiencia en el sistema de tratamiento de aguas (Cisneros, 2019).

##### Turbiedad

Un indicador importante que muestra el nivel de transparencia del agua es la turbidez. Se mide con un turbidímetro y se mide en UNT. La turbidez aumenta con la presencia de sólidos en suspensión. Estos sólidos pueden ser vegetales o minerales, dependiendo de su origen. La turbidez del agua no debería existir, ya que puede causar problemas de salud. Los valores altos de turbidez pueden reducir los efectos desinfectantes de la muestra, lo que significa que se necesitan dosis de cloro más altas. Los procesos de

desinfección químicos y físicos están relacionados con la turbidez. La turbidez aumenta con la cantidad de partículas presentes, que pueden ser bacterias, virus y protozoos patógenos (Cisneros, 2019).

## **pH**

El potencial de hidrogeniones (pH) es un parámetro que mide la calidad de las aguas naturales como de las aguas residuales, la intensidad de las características ácidas y básicas u otras características del agua. Los valores de pH menores a 7 indican que el agua es ácida, los valores por encima de 7 indican que es básica y neutra (Aguilar y Navarro, 2018).

## **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica de un cuerpo de agua es una medida directa de la concentración de sustancias disueltas, principalmente sales minerales. El agua pura presenta una conductividad baja, mientras que el agua de mar, rica en sales, exhibe una conductividad elevada. La conductividad específica es un parámetro fundamental en la evaluación de la calidad del agua, ya que refleja la carga iónica total y, por ende, la mineralización del agua (Mestas, 2022).

## **Sólidos totales disueltos**

Los sólidos totales disueltos son una medida de la cantidad total de sustancias disueltas en un líquido. Este término se refiere a una variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos que se encuentran en el agua, como minerales, sales, metales y otras partículas completamente disueltas. En general, los TDS se expresan en mg/L o ppm (Leiva, 2024).

## **Dureza total**

La disolución de iones metálicos polivalentes, como calcio y magnesio, medida en miligramos de  $\text{CaCO}_3$  por litro, provoca la dureza del agua. Con niveles bajos en agua blanda y altos en agua dura, encontramos una gran variedad de minerales en aguas

naturales. Es necesario ablandar las aguas duras porque la dureza del agua potable es importante por razones estéticas, económicas y operativas. El consumo de agua potable puede proporcionar magnesio y calcio, que son beneficiosos para la salud. No hay una dosis ideal de estos minerales; su consumo depende de la dieta y otros factores. Si el agua es desmineralizada, se recomienda agregar sales de calcio y magnesio. La tecnología de ablandamiento del agua dependerá de los materiales y la calidad del agua (Romero, 2021).

El consumo prolongado de agua con alta dureza se ha relacionado con un incremento en el riesgo de formación de cálculos renales, lo que indica que la ingesta de este tipo de agua podría actuar como un factor predisponente para esta condición (Gálvez, 2021).

### **Arsénico**

Es un elemento químico con alta densidad (mayor a 4 g/cm<sup>3</sup>), masa atómica por encima de 20, peso atómico 74,92, cuyo número atómico es 33, de color gris ferroso, con brillo metálico acerado perteneciente al grupo V A de la tabla periódica de los elementos (Toledo, 2021).

### **Cadmio**

Es un metal pesado que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, pero su liberación al medio ambiente a través de actividades humanas, como la minería y la industria, ha aumentado significativamente su presencia en suelos y aguas. Este metal no cumple ninguna función biológica esencial en los seres vivos y se considera altamente tóxico, incluso en pequeñas cantidades. La exposición al cadmio puede tener graves efectos en la salud humana, incluyendo daño renal, óseo y pulmonar, así como también puede ser cancerígeno (Pacompiá, 2023).

### **Cloro**

El cloro se define como la concentración de compuestos clorados activos, principalmente ácido hipocloroso e hipoclorito, que permanecen en el agua tratada para consumo

humano. Su presencia garantiza una desinfección residual, protegiendo el agua de una posible contaminación microbiológica durante su distribución (Mamani, 2024).

### **Mercurio**

Es un metal líquido a temperatura ambiente, se puede encontrar en estado elemental, como derivado inorgánico o como derivado orgánico. El mercurio elemental es poco soluble y, por lo tanto, tóxico al ingerirse, puede emitir vapores tóxicos a cualquier temperatura y ocasionar intoxicaciones agudas y crónicas por su aspiración. La toxicidad del mercurio depende en gran medida de su estado químico. El metilmercurio es una de las formas más tóxicas, se une fácilmente a la cadena alimenticia y se bioacumula en los seres vivos. Afecta principalmente al sistema nervioso y puede provocar graves daños en el cerebro en estado fetal. Es activamente dañino para el sistema cardiovascular y puede ser cancerígeno (Chambi, 2019).

### **Nitratos**

Son compuestos químicos inorgánicos que se encuentran de forma natural en pequeñas cantidades en cuerpos de agua. No obstante, actividades humanas como la agricultura y el tratamiento de aguas residuales pueden aumentar significativamente su concentración en el agua. Si bien son nutrientes esenciales para el crecimiento de plantas y otros organismos, niveles excesivos de nitratos pueden desencadenar un crecimiento descontrolado de algas y plantas acuáticas, un fenómeno conocido como eutrofización. Este proceso agota el oxígeno disuelto en el agua, poniendo en peligro la vida acuática y alterando el equilibrio del ecosistema (Fuentes, 2021).

### **Nitritos**

Los nitritos ( $\text{NO}_2$ ) son iones que pueden estar presentes en el agua debido a la oxidación del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), o a la reducción de nitratos ( $\text{NO}_3$ ). Su presencia en el agua se considera un indicador de contaminación reciente y puede hacer que el agua no sea potable debido a su toxicidad (Fernandez, 2006).

Los nitritos son compuestos soluble que contienen nitrógeno y oxígeno. En el ambiente nitrito generalmente se convierte en nitrato, lo que significa que el nitrito ocurre raramente en aguas subterráneas (Bolaños et al., 2017).

#### 2.1.5.2 Parametros microbiologicos

##### **Coliformes fecales**

Los coliformes termotolerantes, también conocidos como coliformes fecales, son un subgrupo de microorganismos dentro del grupo más amplio de coliformes. Se llaman así por su capacidad para soportar temperaturas elevadas, hasta 45°C. Este grupo es un indicador importante de la calidad del agua, ya que estas bacterias son de origen fecal, principalmente *Escherichia coli*. La presencia de coliformes fecales en el agua sugiere contaminación por heces y señala un riesgo potencial para la salud humana (Cruz, 2023).

##### **Coliformes totales**

Los coliformes totales son un grupo diverso de bacterias que se encuentran de forma natural en el medio ambiente, como plantas, suelo y agua superficial, así como en las heces de animales y humanos. Aunque la mayoría de estas bacterias son inofensivas, su presencia en el agua potable se utiliza como un indicador de contaminación fecal. Esto se debe a que algunas cepas de coliformes, como la *Escherichia coli*, pueden ser patógenas y causar enfermedades gastrointestinales (Huaquisto, 2024).

##### **Bacterias heterotróficas**

Las bacterias heterotróficas son microorganismos presentes de forma ubicua en todos los cuerpos de agua. Este grupo diverso de bacterias ambientales se utiliza como indicador de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua, especialmente en lo que respecta a la desinfección (Marchad, 2002).

##### **Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos**

Los helmintos son microorganismos pluricelulares complejos con simetría bilateral y vida libre. Son mucho más grandes que los parásitos protozoarios y suelen ser

macroscópicos, con medidas que van de menos de 1 mm a 1 m o más. Los protozoos son organismos eucarióticos con una sola célula y uno o más núcleos. Cada célula es capaz de realizar las tareas de metabolismo y reproducción necesarias para sobrevivir. Esféricos, ovoides, con simetría bilateral o polimorfos como las amebas, pueden tener diferentes tamaños (de 2 a 100  $\mu$ ). Se reproducen mediante fisión binaria y múltiple, aunque a veces lo hacen mediante conjugación (Huamán, 2023).

## **2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **Agua subterránea**

El agua subterránea representa el 98% del agua dulce no congelada que se puede utilizar para una variedad de propósitos, dependiendo de sus características fisicoquímicas y microbiológicas. Este recurso es más abundante que el agua superficial, forma parte de muchos procesos naturales y ofrece una variedad de beneficios para el servicio del ecosistema (Cerón et al., 2021).

### **Agua tratada**

El agua que se ha sometido a un proceso de tratamiento ya sea físico, químico o biológico para eliminar impurezas, contaminantes y microorganismos que pueden ser perjudiciales para la salud humana se conoce como agua tratada (Huamán, 2023).

### **Calidad del agua**

La calidad del agua es un concepto dinámico que varía según su uso final y se define por un conjunto de características físicas, químicas y biológicas que la hacen apta o no para determinado propósito, cumpliendo siempre con las normativas y estándares establecidos (Perez, 2021).

### **Condiciones de agua segura**

El agua que es segura para el consumo humano no conlleva riesgo de enfermedades o problemas de salud. Las condiciones de agua segura debe estar libre de contaminantes microbiológicos y químicos, tener propiedades físicas adecuadas y cumplir con

estándares nacionales e internacionales de calidad, como los establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y las regulaciones locales. El tratamiento, la protección de las fuentes de agua, el seguimiento y la educación son los métodos para asegurar que el agua sea segura. La seguridad del agua es crucial para la salud pública y el bienestar general. Es crucial invertir en infraestructuras para el tratamiento y la protección del agua (Garros y Safar, 2020).

### **Límites máximos permisibles**

El Límite Máximo Permisible (LMP) es un umbral legal que fija la concentración máxima permitida de contaminantes en descargas o emisiones al medio ambiente. Superar este límite implica un riesgo significativo para la salud humana, la calidad de vida y los ecosistemas, por lo que su cumplimiento es fundamental para garantizar la protección ambiental (SINIA, 2018).

### **2.3. MARCO TEÓRICO NORMATIVO**

Constitución Política del Perú.

Ley N° 26842 - Ley general de salud.

Ley general del ambiente N° 28611

Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338

El Decreto Legislativo N°1280 establece el marco legal para la gestión y prestación de servicios de saneamiento.

Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS 031-2010-SA.

Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA-SA "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano"

Resolución Directoral N°3930-2009-DIGESA-SA. "Directiva sanitaria para la interpretación de resultados de ensayo de calidad de agua".

## **2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La calidad del agua del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo , distrito de Huacullani-2024, no es apta para consumo humano según D.S. N° 031-2010-SA.

### **2.4.20 Hipótesis específicas**

Los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani no cumplen con los LMP - D.S N°031-2010-SA.

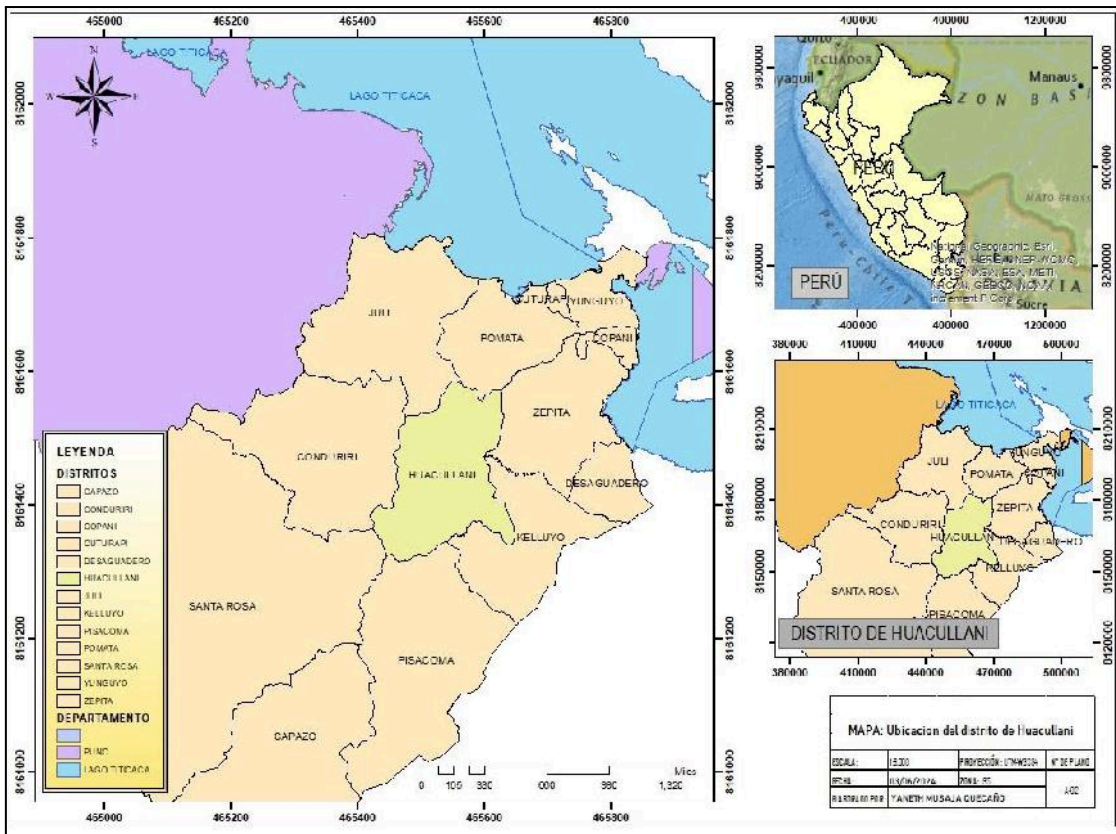
Los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani no cumplen con los LMP - D.S N°031-2010-SA.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 ZONA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el distrito de Huacullani, ubicada en la parte sur de la provincia de Chucuito de la región de Puno, a una latitud y longitud de  $16^{\circ}37'49''S$  y  $69^{\circ}19'19''O$ , a 3953 msnm (Figura 01). Su relieve es accidentado con grandes elevaciones, micro cuencas, pampas, terrazas, cerros, etc. Presenta la cuenca del río Callacame, con una altitud promedio de 4,200 m.s.n.m. El clima de la zona es típico del altiplano (Región Suni) semiseco con temperaturas variables, máxima  $15^{\circ}C$  hasta  $-5^{\circ}C$  como mínimo, la temperatura que llega a su promedio anual es de  $10^{\circ}C$ . Existe presencia de heladas en los meses de mayo, junio, julio y agosto, el régimen de lluvias es de diciembre a abril.



**Figura 01:** Ubicación geográfica de la zona de estudio

Fuente: Google map

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. Población

La investigación se centró en dos sistemas de abastecimiento de agua (reservorio) denominado “Phujo” del centro poblado de Sulcamarca y “Jocco” del centro poblado de Cabanuijujo del distrito de Huacullani.

### 3.2.2. Muestra

La muestra fue obtenida mediante muestreo por conveniencia, de este modo los puntos de muestreo se enfocó en la selección de dos sistemas de abastecimiento de agua (reservorio) denominado; 01 “Phujo” del centro poblado de Sulcamarca y 02 “Jocco” del centro poblado de Cabanuijujo del distrito de Huacullani (Figura 02).

**Tabla 03:** Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo.

N°	Centro poblado	Sistema de abastecimiento de agua(reservorio)	de Coordenadas geográficas		
			Latitud	Longitud	Altitud
01	Sulcamarca	Phujo	16°33'32"S	69°19'59"W	3938 m
02	Cabanuipujo	Jocco	16°29'03"S	69°18'24"W	4147 m

Se tomó 01 muestra de 3350 ml aproximadamente para cada sistema de abastecimiento de agua para su respectivo análisis de la calidad de agua para consumo humano de la población del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.



**Figura 02:** Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.

Fuente: Google Earth

### 3.3. MÉTODOS Y MATERIALES

**Tipo de Investigación:** Descriptivo comparativo

**Diseño de Investigación:** No experimental

**Enfoque:** Cuantitativo.

### **3.3.1. Métodos e instrumentos de recolección de datos**

#### 3.3.1.1 Identificación de los puntos de muestreo

Se tomaron las muestras para el análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el sistema de abastecimiento de agua (reservorio) del centro poblado Sulcamarca y Cabanuijujo (Figura 02), en base a lo establecido según la RD-160-2015/DIGESA/SA (Anexo 05).

#### 3.3.1.2 Monitoreo o recolección de datos en campo

Se siguió estrictamente los lineamientos técnicos establecidos en la Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA-SA para la gestión de muestras de agua destinada al consumo humano.

#### 3.3.1.3 Materiales y equipos de muestreo

##### **Materiales**

Tablero

Fichas de campo

Libreta de campo

Plumón indeleble

Bolígrafo

##### **Equipos**

Cámara fotográfica

GPS

##### **Indumentaria de protección**

Zapatos de seguridad

Gorra

Mandil o chaleco

Pantalón impermeable

### 3.3.2 Diseño metodológico por objetivos

#### Objetivo específico 1. Parámetros fisicoquímicos

Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuiju, distrito de Huacullani de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA

El procedimiento para lograr los dos objetivos específicos se realizó de acuerdo a los lineamientos técnicos establecidos en la Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA-SA para la gestión de muestras de agua destinada al consumo humano (Anexo 05 y 06 ).

Se tomó 01 muestra de 2100 ml aproximadamente, compuesta por 01 envase con capacidad de 1000 ml, 02 de envase con capacidad de 500 ml y 01 envase con capacidad de 100 ml.

Se utilizaron guantes como medida de protección durante la toma de muestra.

Para asegurar la pureza de la muestra, los frascos se enjuagaron repetidamente (entre dos y tres veces) con el agua del sitio de recolección, agitando y desechando el líquido cada vez.

Se llenaron hasta el límite del frasco (no dejar espacio vacío), luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis, se añade el preservante adecuado.

Se etiquetaron las muestras y por último se almacenaron en el cooler para el transporte al laboratorio para su respectivo análisis con la respectiva cadena de custodia.

#### Objetivo 2. Parámetros microbiológicos

Determinar la concentración de los parámetros bacteriológicos y parasitológicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuiju, distrito de Huacullani de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA.

Se tomó la 01 muestra de 1250 ml aproximadamente, compuesta por 01 envase de capacidad de 1000 ml y 01 de envase de vidrio de capacidad de 250 ml.

Se utilizaron guantes como medida de protección durante la toma de muestra.

Durante el proceso de muestreo, se evitaron el contacto directo con las superficies internas para prevenir la contaminación.

Se dejó un espacio de aire en el recipiente, para facilitar la agitación antes de la etapa de análisis.

Se etiquetaron las muestras y por último se almacenaron en el cooler para el transporte al laboratorio para su respectivo análisis.

### **3.3.3. Técnicas de análisis**

#### 3.3.3.1 Técnica de laboratorio

Para los análisis de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del agua se emplearon las metodologías de la Norma Técnica Peruana, el manual de análisis de agua HACH y SMEWW-APHA-AWWA- WEF.

#### 3.3.3.2 Técnica de interpretación de los resultados

Los resultados de los análisis se compararon con el D.S. 031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Para una interpretación más detallada de los resultados se aplicaron los criterios establecidos en la RD N°3930-2009-DIGESA/SA (Anexo 07), los datos se procesaron utilizando software estadístico Excel.

### 3.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 04:** Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable independiente</b> Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	Fisicoquímicos	Color	UCV escala Pt/Co
		Turbiedad	UNT
		pH	Valor de pH
		Conductividad eléctrica	$\mu\text{mho/cm}$
		Sólidos totales disueltos	$\text{mgL}^{-1}$
		Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$
		Arsénico	$\text{mg As L}^{-1}$
		Cadmio	$\text{mg Cd L}^{-1}$
		Cloro	$\text{mg L}^{-1}$
		Mercurio	$\text{mg Hg L}^{-1}$
	Microbiológicos	Nitratos	$\text{mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$
		Nitritos	$\text{mg NO}_2 \text{ L}^{-1}$
		Coliformes fecales	NMP/100 mL a 44,5°C
		Coliformes totales	NMP/100 mL a 35°C
		Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C
		Huevos y larvas de	Nº org/L

Helmintos, quistes y  
ooquistes de  
protozoarios patógenos

**Variable**

**dependiente**

Calidad del agua  
para consumo  
humano

Concentración de	Límites	Máximos
los parámetros de	Permisibles para el agua	
la calidad de	según el D.S. N°	
agua	031-2010-SA.	

### 3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

Los datos generados en el laboratorio fueron tabulados y sometidos a un análisis estadístico descriptivo comparativo. Mediante la comparación de los valores obtenidos con los LMP según el D.S. N° 031-2010-SA, se llevó a cabo un análisis de conformidad, permitiendo determinar el grado de cumplimiento de la normativa vigente y, por ende, la aptitud del agua para el consumo humano.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE SULCAMARCA Y CABANUIPUJO , DISTRITO DE HUACULLANI-2024

Para la determinación de la calidad del agua, se tomaron dos muestras en puntos diferentes, el primer punto de recolección fue en el sistema de abastecimiento de agua (reservorio) denominado; “Phujo” del centro poblado de Sulcamarca y el segundo punto de recolección fue en el sistema de abastecimiento de agua (reservorio) denominado; “Jocco” del centro poblado de Cabanuipujo. Los resultados obtenidos de estos análisis permitieron determinar la calidad del agua en cada uno de los puntos de muestreo y se presentan a continuación:

**Tabla 05:** Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los sistemas de abastecimiento de agua (reservorio) del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

---

#### Resultados de análisis de la calidad del agua

---

Centro Poblado		Sulcamarca	Cabanuipujo
Sistema de abastecimiento de agua (reservorio)		Phujo	Jocco
Parámetros	Unidad	Muestra 1	Muestra 2
<b>Fisicoquímicos</b>			
Color	UCV escala Pt/Co	<5	<5

Turbiedad	UNT	0,18	0,20
pH	Valor de pH	8,1	8,2
Conductividad eléctrica	$\mu\text{mho/cm}$	185,2	138,3
Sólidos totales disueltos	$\text{mgL}^{-1}$	94	71
Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	84,86	55,30
Arsénico	$\text{mg As L}^{-1}$	0,00075	0,00139
Cadmio	$\text{mg Cd L}^{-1}$	0,00003	0,00002
Cloro	$\text{mg L}^{-1}$	<0,02	<0,02
Mercurio	$\text{mg Hg L}^{-1}$	<0,0005	<0,0005
Nitratos	$\text{mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$	5,09	0,83
Nitritos	$\text{mg NO}_2 \text{ L}^{-1}$	<0,020	<0,020
<b>Microbiológicos</b>			
Coliformes fecales	NMP/100 mL a 44,5°C	2,2	<1,1
Coliformes totales	NMP/100 mL a 35°C	120	3,6
Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	18(e)	25(e)
Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Nº org/L	<1	<1

En la tabla 05, los resultados fisicoquímicos y microbiológico del agua de ambos sistemas de abastecimiento (Anexo 09 y 19), revelan valores no muy dispersos, como se aprecia en la figura 03, algunas diferencias podemos encontrar en la muestra 1 expone mayores valores en la conductividad, sólidos totales disueltos, dureza total, nitratos, coliformes fecales y totales; mientras que en la muestra 2, tiene mayores valores en la turbiedad, pH, arsénico y bacterias heterotróficas.

Los resultados obtenidos por Poma (2023), mostraron una tendencia similar en los parámetros fisicoquímicos evaluados, con valores de turbiedad entre 0,68 y 1,34 NTU, oxígeno disuelto entre 72 y 74 mg/L y un pH cercano a la neutralidad (7,05). Respecto a los parámetros microbiológicos, no se detectaron helmintos y protozoarios, pero se observó la presencia de bacterias heterótrofas en un rango de 14 a 220 UFC/mL y de coliformes totales y fecales en concentraciones menores a 1,8 NMP/100 mL.

## **4.2 RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE ACUERDO A LOS LMP - D.S N°031-2010-SA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

### **4.2.1. Determinación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca.**

**Tabla 06:** Comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos con los LMP-DS N°031-2010-SA del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca.

---

### **Concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP-DS N°031-2010-SA del Centro Poblado de Sulcamarca**

---

**Centro Poblado**

**Sulcamarca**

**Sistema de abastecimiento de agua Phujo**

**(reservorio)**

Parámetros	Unidad	Muestra 1	LMP	Valoración
Color	UCV escala Pt/Co	<5	15	Si cumple
Turbiedad	UNT	0,18	5	Si cumple
pH	Valor de pH	8,1	6,5 a 8,5	Si cumple
Conductividad eléctrica	µmho/cm	185,2	1 500	Si cumple
Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	94	1 000	Si cumple
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	84,86	500	Si cumple
Arsénico	mg As L <sup>-1</sup>	0,00075	0,010	Si cumple
Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,00003	0,003	Si cumple
<b>Cloro</b>	<b>mg L<sup>-1</sup></b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>≥0,5 - &lt;5</b>	<b>No cumple</b>
Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	<0,0005	0,001	Si cumple
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	5,09	50,00	Si cumple
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	<0,020	3,00 - 0,20	Si cumple

En la tabla 06, los resultados fisicoquímicos del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Sulcamarca, demuestran que la concentración de los parámetros evaluados cumplen con los límites máximos permisibles a excepción del parámetro de cloro, el cual se encuentra por debajo del rango ( $\geq 0.5$  ppm) establecido por el Reglamento de calidad de agua para consumo humano según D.S N°031-2010-SA. La concentración insuficiente de cloro residual indica que la desinfección del agua no es la adecuada.

Tales resultados guardan relación con los valores determinados por Ccapa (2024), los parámetros fisicoquímicos analizados se encuentran dentro de los rangos establecidos por la normativa vigente, a excepción de la concentración de cloro residual, lo cual es un problema que compromete la calidad del agua. A diferencia de los resultados obtenidos por Mau (2023), quien reportó una dosificación de cloro acorde a la normativa.

De acuerdo a estos análisis es imperativo implementar medidas correctivas a corto plazo, como optimizar la dosificación de cloro y reforzar los controles de calidad, para garantizar la seguridad del suministro hídrico del centro poblado de Sulcamarca.

#### **4.2.2. Determinación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano del centro poblado de Cabanuiquijo.**

**Tabla 07:** Comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos con los LMP-DS N°031-2010-SA del agua para consumo humano del Centro Poblado de Cabanuiquijo.

#### **Concentración de los parámetros fisicoquímicos de acuerdo a los LMP-DS N°031-2010-SA del Centro Poblado de Cabanuiquijo**

<b>Centro Poblado</b>		<b>Cabanuiquijo</b>		
<b>Sistema de abastecimiento de agua(Reservorio)</b>		<b>de Jocco</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>LMP</b>	<b>Valoración</b>
Color	UCV escala Pt/Co	<5	15	Si cumple
Turbiedad	UNT	0,20	5	Si cumple
pH	Valor de pH	8,2	6,5 a 8,5	Si cumple

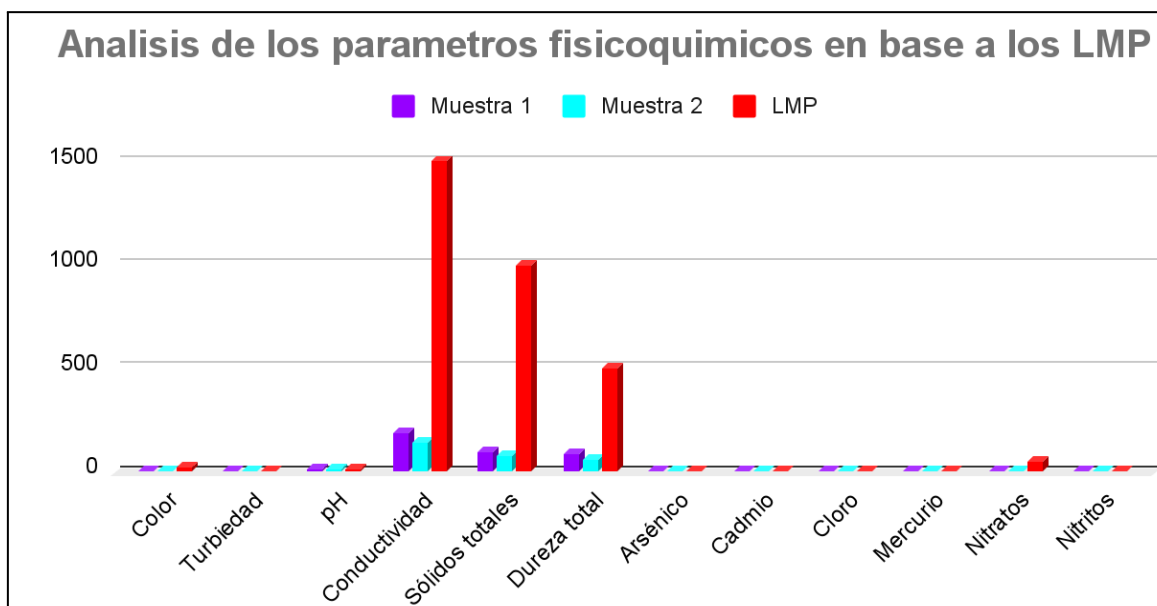
Conductividad eléctrica	µmho/cm	138,3	1 500	Si cumple
Sólidos disueltos	totales mgL <sup>-1</sup>	71	1 000	Si cumple
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	55,30	500	Si cumple
Arsénico	mg As L <sup>-1</sup>	0,00139	0,010	Si cumple
Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,00002	0,003	Si cumple
Cloro	mg L <sup>-1</sup>	<b>&lt;0,02</b>	<b>≥0,5 - &lt;5</b>	<b>No cumple</b>
Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	<0,0005	0,001	Si cumple
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	0,83	50,00	Si cumple
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	<0,020	3,00 0,20	Si cumple

En la tabla 07, se observan los resultados producto de los análisis fisicoquímicos del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Cabanuijujo, demostrando que la concentración de los parámetros evaluados se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente. Sin embargo, el parámetro cloro presenta un valor muy bajo en relación al rango del LMP, que establece la concentración máxima de 5 mg/L<sup>-1</sup> y la concentración mínima no debe ser menor que 0.5 mg/L<sup>-1</sup>, por lo tanto, se recomienda la implementación de un tratamiento de potabilización convencional, como la cloración, para garantizar la calidad del agua y su seguridad para el consumo humano.

Los resultados obtenidos corroboran las observaciones previas de Pacaya y Pascal (2022), respecto a la insuficiencia de cloro residual en el agua. La ausencia completa de

este desinfectante (0 mg/L) representa una desviación considerable de los LMP, subrayando la necesidad de implementar medidas correctivas para garantizar la seguridad del suministro hídrico.

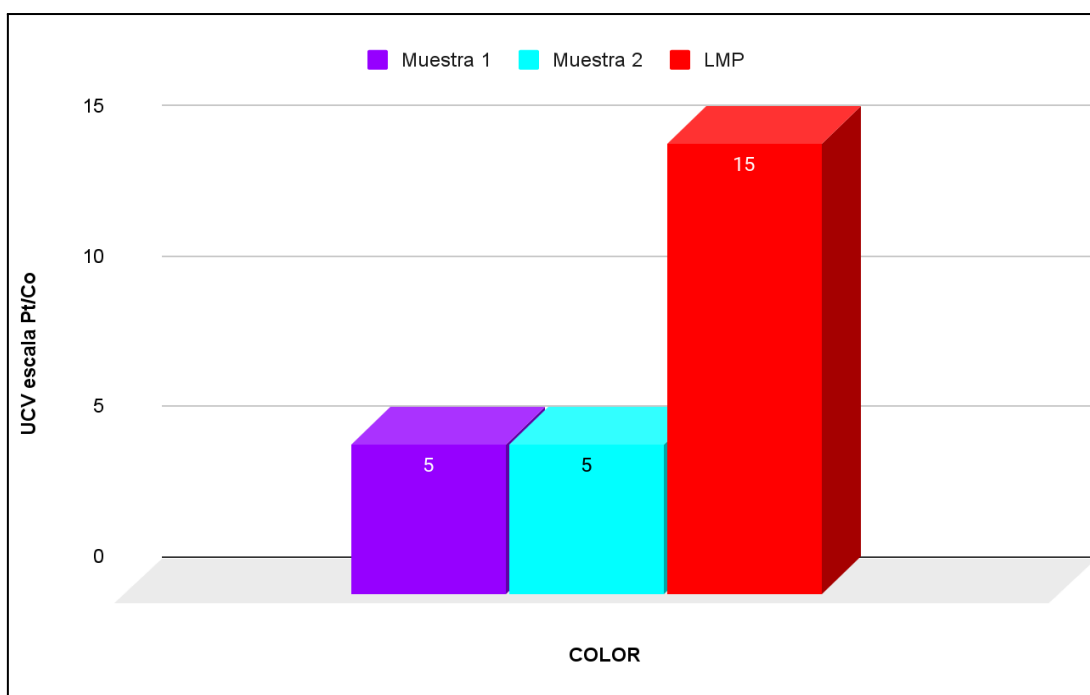
#### 4.2.3. Análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano en base a los LMP del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo.



**Figura 03:** Análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano en base a los LMP del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo.

A continuación se presenta una comparación detallada entre los valores obtenidos en el laboratorio y los límites máximos permisibles establecidos para cada parámetro:

Análisis comparativo de los valores del color con los LMP

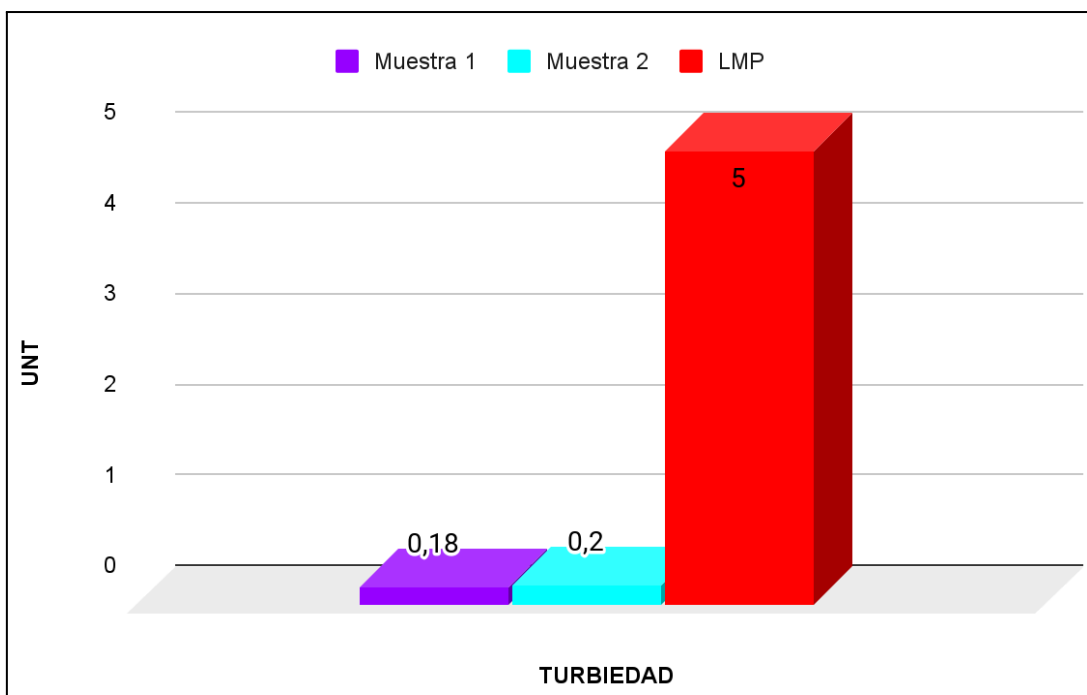


**Figura 04:** Comparación de los valores del color con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

De acuerdo con los resultados expuestos en la figura 04, referente al parámetro color presenta un valor de  $<5$  (UCV escala Pt/Co) en ambas muestras, lo cual se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

En base a los resultados obtenidos, Paredes (2023), obtuvo valores de: 0 (UCV escala Pt/Co), es decir es Incoloro. En contraste, Ccapa (2024), obtuvo valores de 11 a 14 (UCV escala Pt/Co), estos valores cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano. No obstante, estos valores son significativamente más altos en comparación con los resultados del agua destinada al consumo humano en el centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

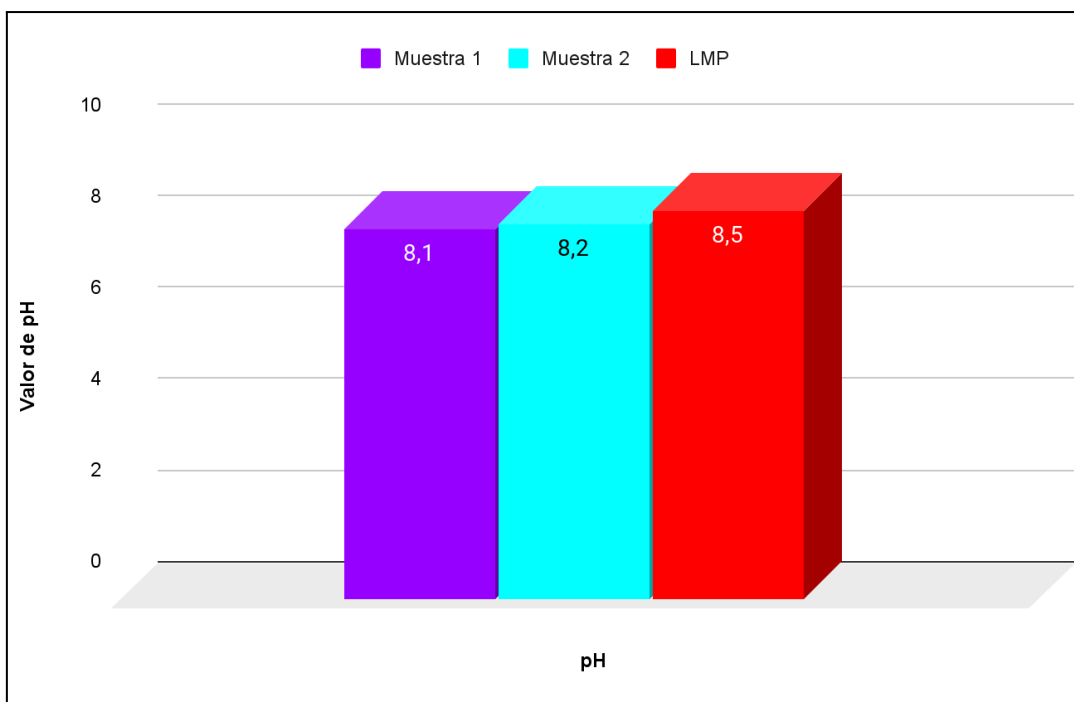
Análisis comparativo de los valores de turbiedad con los LMP



**Figura 05:** Comparación de los valores de turbiedad con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo.

Los resultados presentados en la figura 05 de los análisis de turbiedad de las muestras del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, no superan el rango de 5 UNT establecido por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, así como los resultados obtenidos por Palomino (2023) para los manantiales que registró valores de (1,75 y 1,83 UNT), demuestran que los niveles de turbidez en todas las muestras se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa peruana. Sin embargo para Palacios y Velastegui (2020), en su investigación en la comunidad San Rafael evidenció una clara excedencia de los límites máximos permisibles de turbidez (5 NTU) establecidos por la normativa TULSMA en todos los puntos de muestreo, con valores que alcanzaron los 18,37 NTU. Los autores atribuyen estos elevados valores al punto de muestreo 5, donde se registraron las mayores concentraciones de partículas en suspensión, posiblemente debido a la influencia de escorrentías provenientes de las zonas altas tras eventos de precipitación.

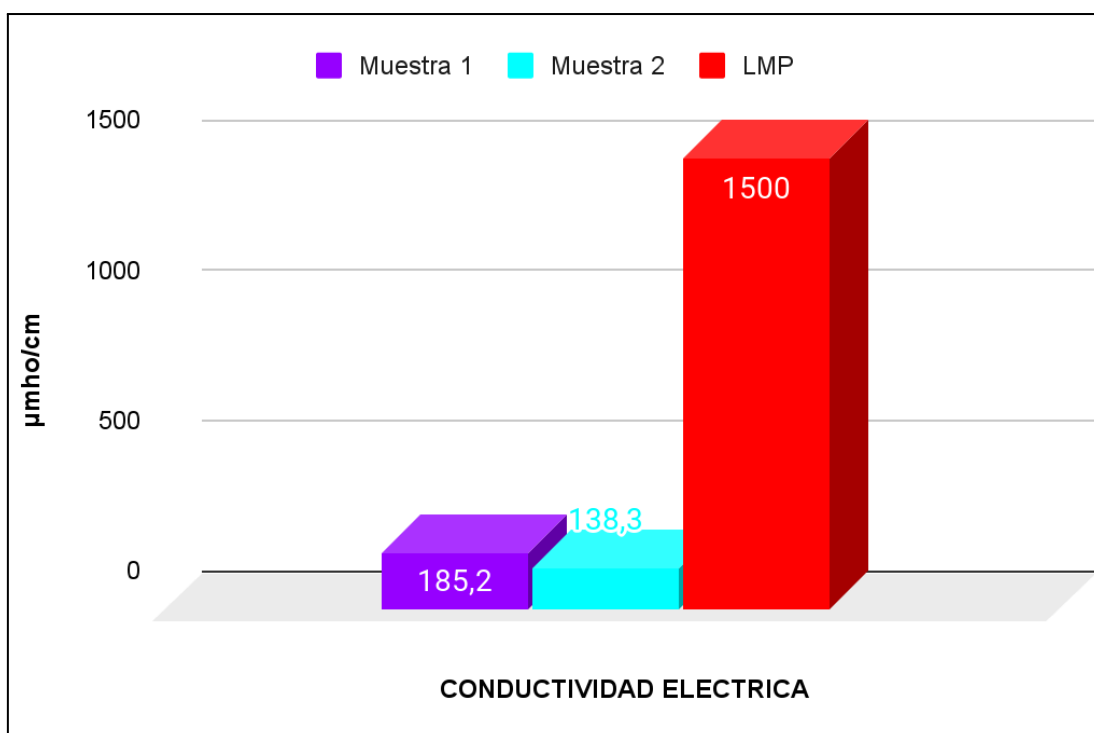
### Análisis comparativo de los valores de pH con los LMP



**Figura 06:** Comparación de los valores de pH con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

Los resultados presentados en la figura 06 muestran que el pH del agua es de 8,1 y 8,2, lo cual indica una ligera alcalinidad. Estos valores se encuentran dentro del rango de pH permitido para agua de consumo humano, según lo establecido en la normativa vigente. Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los hallazgos de Palacios y Velastegui (2020) , quienes reportaron valores concernientes al pH en los 5 puntos de muestreo entre 8,19 a 8,65, los cuales se encuentran dentro de los rangos aceptables establecidos en la normativa. Sin embargo los resultados de Paredes (2023), los valores de pH fueron inferiores a 6,5, lo que indica un pH ácido que podría comprometer la salud de los habitantes y no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

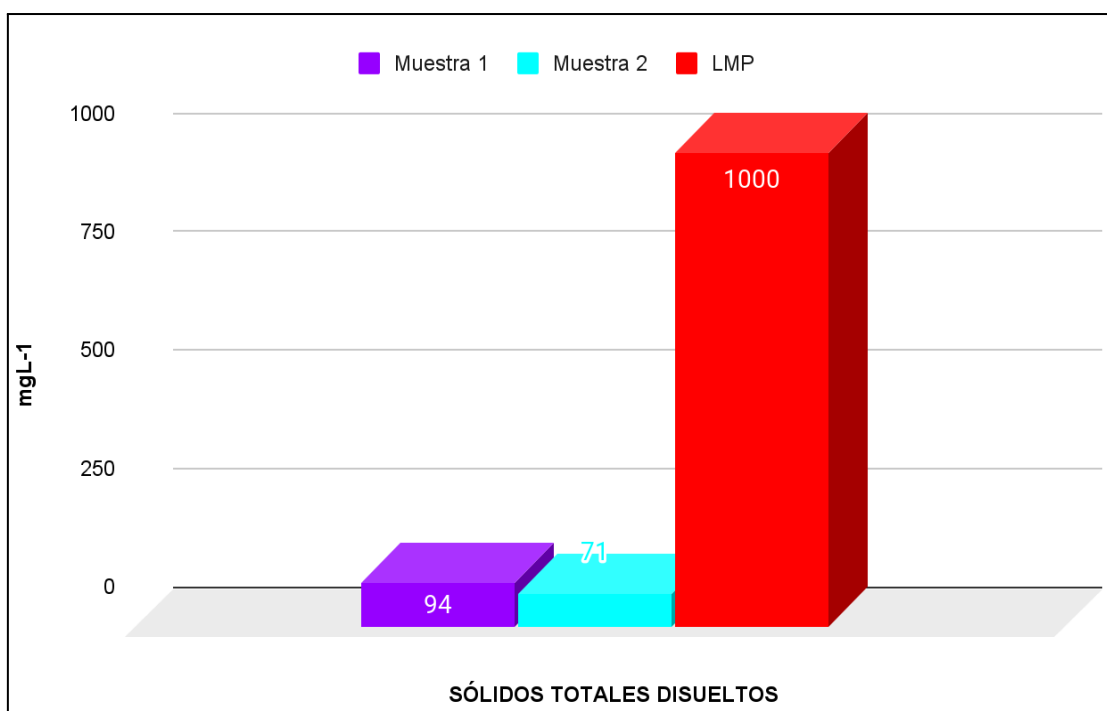
### Análisis comparativo de los valores de conductividad eléctrica con los LMP



**Figura 07:** Comparación de los valores de conductividad eléctrica con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo.

Los análisis de conductividad eléctrica revelaron que las muestras del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo (185,2-138,3 µmho/cm). En comparación con los resultados de Pacaya y Pascal (2022), donde reportaron valores de conductividad (418,89 -156,22 µS/cm) en los 10 sistemas de agua evaluados, están por debajo de 1500 µS/cm, con valores más elevados en comparación con los nuestros. Sin embargo, tanto nuestros datos como los de la investigación mencionada se encuentran por debajo del límite máximo permisible (LMP) de 1500 µmho/cm establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

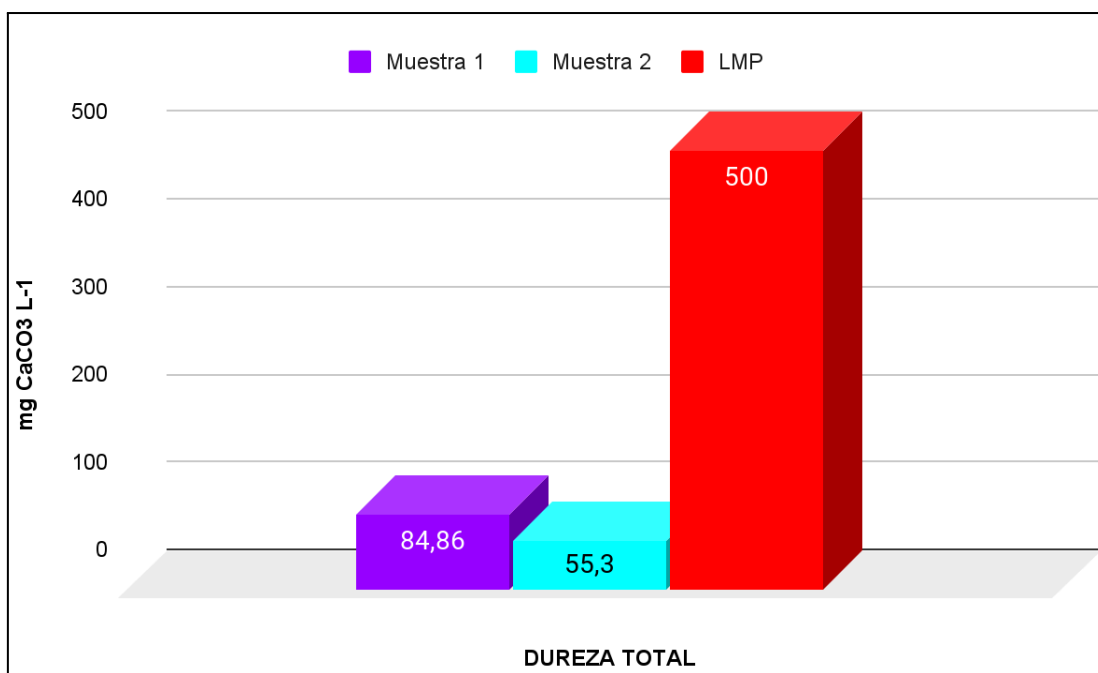
Análisis comparativo de los valores de sólidos totales disueltos con los LMP



**Figura 08:** Comparación de los valores de sólidos totales disueltos con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

Los resultados obtenidos en el estudio presentados en la figura 08, indican que los niveles de sólidos disueltos totales con 94 y 71 mgL<sup>-1</sup> se encuentran dentro de los límites permitidos establecidos por la normativa vigente. No obstante, los resultados de Ávila (2024), reportan concentraciones superiores a las encontradas en el presente trabajo, con 187,80 a 226 mg/L, indica que los valores de sólidos disueltos totales, podría estar relacionada con factores como la ubicación geográfica, que influye en las fuentes de agua, las actividades humanas y las condiciones geológicas varían significativamente de un lugar a otro, y la época del año, que afecta los niveles de TDS debido a cambios en precipitación, evaporación y actividad agrícola.

Análisis comparativo de los valores de dureza total con los LMP



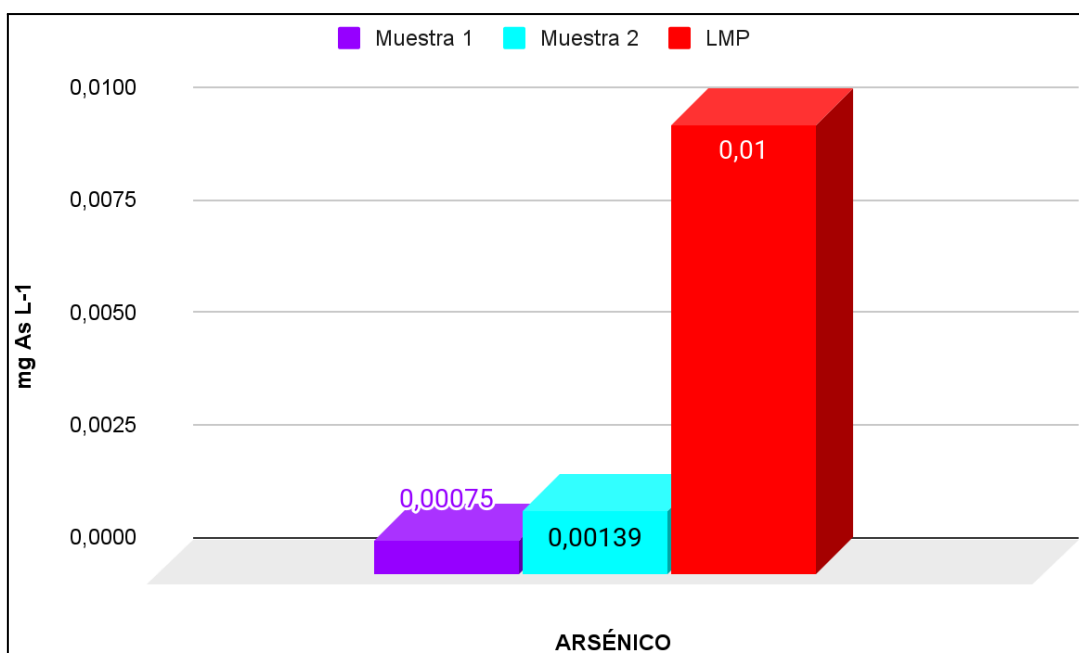
**Figura 09:** Comparación de los valores de dureza total con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

Los resultados del análisis de dureza total muestran valores de 84,86 y 55,3 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> para las muestras de Sulcamarca y Cabanuipujo, respectivamente, indican que el agua de estos sistemas de abastecimiento cumple con los LMP establecidos, considerándose dentro de los rangos para el consumo humano.

En cuanto al valor obtenido, se observa una notable diferencia respecto a los valores reportados por Palomino (2023), se demuestra que en el manantial Estange 1 y Estange 2, donde se alcanzaron concentraciones de 677,56 y 703,70 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, superando considerablemente la concentración normal en ambos puntos de muestreo según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D. S. N.º 0031-2010-SA), además indica que los valores elevados de dureza pueden causar problemas en las tuberías y formación de incrustaciones.

El consumo prolongado de agua con alta dureza se ha asociado con un mayor riesgo de desarrollar cálculos renales, sugiriendo que el consumo de aguas duras podría ser un factor de riesgo para esta patología en la salud pública (Gálvez, 2021).

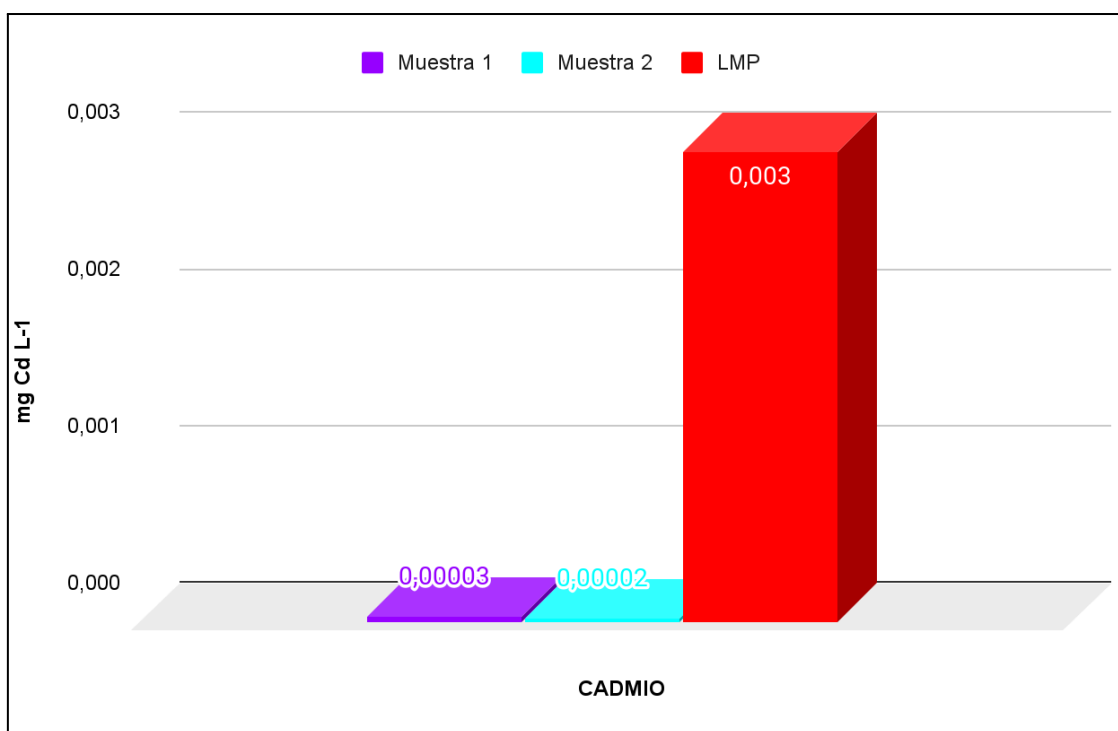
### Análisis comparativo de los valores de arsénico con los LMP



**Figura 10:** Comparación de los valores de arsénico con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

Los resultados obtenidos para los sistemas de abastecimiento de agua de sulcamarca y Cabanuipujo, con concentraciones de sulfatos de 0,00075 y 0,00139 mg As L<sup>-1</sup> respectivamente, se encuentran considerablemente por debajo del límite máximo permisible establecido en la normativa nacional (0,01 mg As L<sup>-1</sup>). Estos valores contrastan con los reportados por Palomino (2023), para los manantial Estange 1 y Estange 2, donde se observaron concentraciones similares (0,00518 y 0,00559 mg As L<sup>-1</sup>), muy por debajo de los LMP. Entonces, se afirma que el agua del manantial Estange 1 y 2 es apta para consumo humano.

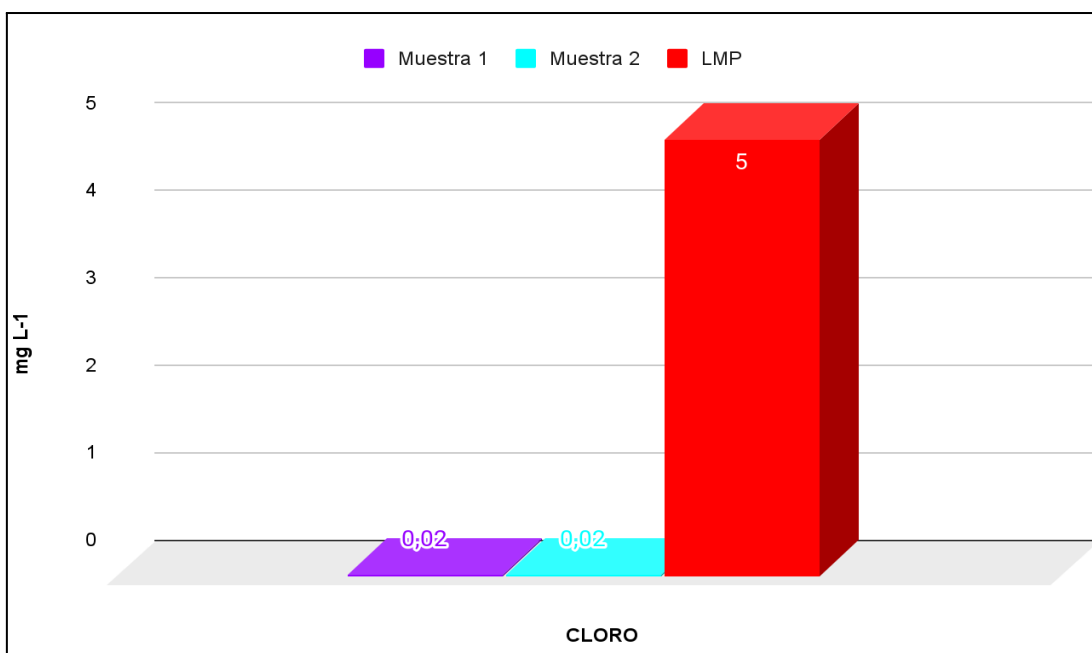
### Análisis comparativo de los valores de cadmio con los LMP



**Figura 11:** Comparación de los valores de cadmio con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuiquju.

En la figura 11 se observa los valores de cadmio (0,00003 y 0,00002 mg Cd L<sup>-1</sup>) en las muestras 1 y 2 , coincidiendo con los resultados obtenidos por Palomino (2023), los valores de cadmio en los manantiales de Estange 1 y 2 (<0,00001 mg Cd L<sup>-1</sup>), son extremadamente bajos. Respecto a los resultados de Mau (2023), indican que los niveles de cadmio (<0,001 y 0,002 mg Cd L<sup>-1</sup>) en las muestras de agua evaluadas, tanto en la captación como en la pileta, son ligeramente superior a nuestros resultados , igualmente se encuentran dentro del rango de (0,003 mg Cd L<sup>-1</sup>) y cumplen con la normativa vigente (D.S. N° 031-2010-SA).

Análisis comparativo de los valores de cloro con los LMP

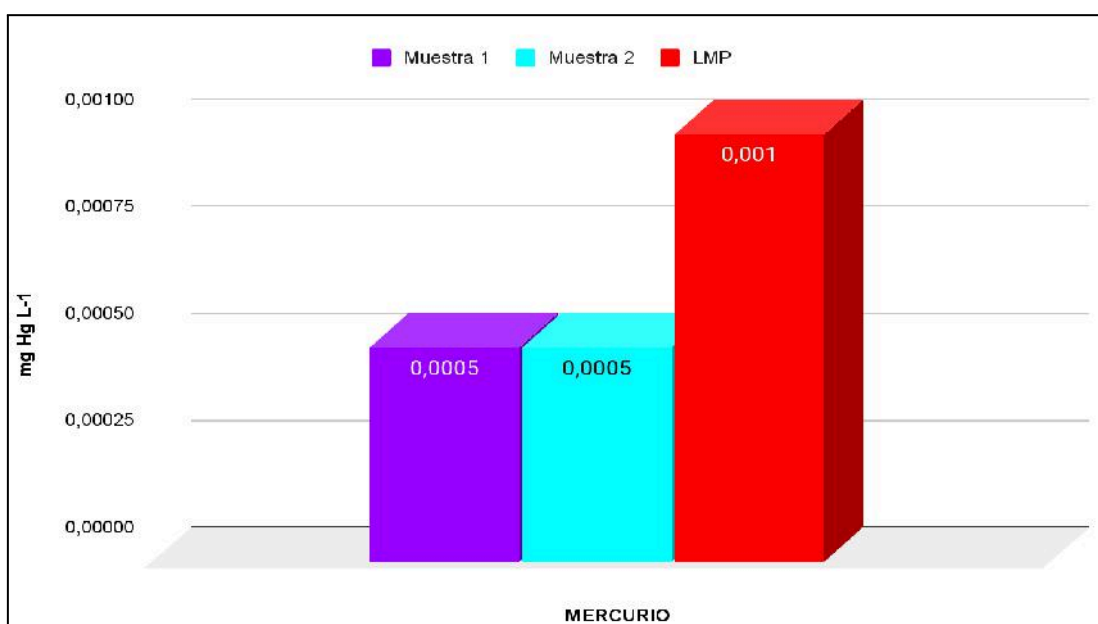


**Figura 12:** Comparación de los valores de cloro con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

Los resultados obtenidos en la figura 12, indican que los niveles de cloro ( $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ ) en las muestras analizadas se encuentran significativamente por debajo del LMP establecido en la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA). Estos bajos niveles sugieren una posible deficiencia en el proceso de desinfección del agua, lo cual podría comprometer la calidad microbiológica del suministro. En comparación entre los diferentes estudios: En el estudio realizado por Parra y Roncancio (2020), se observa que más del 70% de las muestras de agua en zonas rurales de Boyacá-Colombia no cumplen con el rango de concentración de cloro residual recomendado ( $0,3$  a  $2,0 \text{ mg/L Cl}_2$ ). Estos resultados evidencian un problema generalizado de desinfección inadecuada en las zonas rurales de esta región. En su investigación de Pacaya y Pascal (2022), los valores de cloro residual obtenidos en este estudio tampoco cumplieron con la norma establecida, al encontrarse por debajo del LMP de  $0,5 \text{ mg/L}^{-1}$ . Esto indica una situación similar a la observada en otros estudios, donde la desinfección del agua no es efectiva. Los resultados de Ccapa (2024), son aún más preocupantes, ya que reportan valores nulos de cloro residual en todas las muestras

analizadas. Esto indica una ausencia total de desinfección del agua, lo que representa un riesgo muy elevado para la salud pública. Los resultados de los diferentes estudios analizados ponen de manifiesto la necesidad de abordar de manera urgente el problema de la calidad del agua potable en muchas regiones. La falta de desinfección adecuada del agua representa un grave riesgo para la salud pública y requiere de acciones coordinadas por parte de las autoridades competentes y de la sociedad en general.

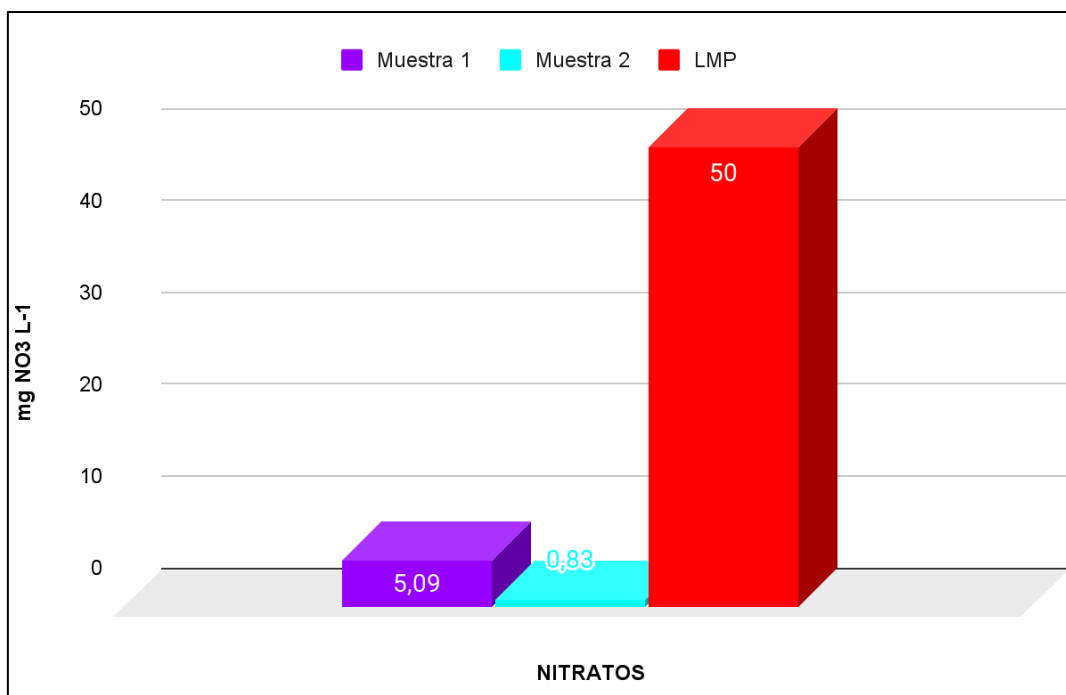
#### Análisis comparativo de los valores de mercurio con los LMP



**Figura 13:** Comparación de los valores de mercurio con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuiquju.

Los niveles de mercurio detectados en las muestras 1 y 2 ( $<0,0005 \text{ mg Hg L}^{-1}$ ) se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible y de los valores reportados por Palomino (2023), con un valor de concentración de mercurio ( $<0,00007 \text{ mg Hg L}^{-1}$ ). Se observa una tendencia similar hacia bajas concentraciones de mercurio, aunque nuestros valores son ligeramente superiores. Estos hallazgos indican que la calidad del agua en términos de contenido de mercurio es aceptable dentro de los límites máximos permisibles.

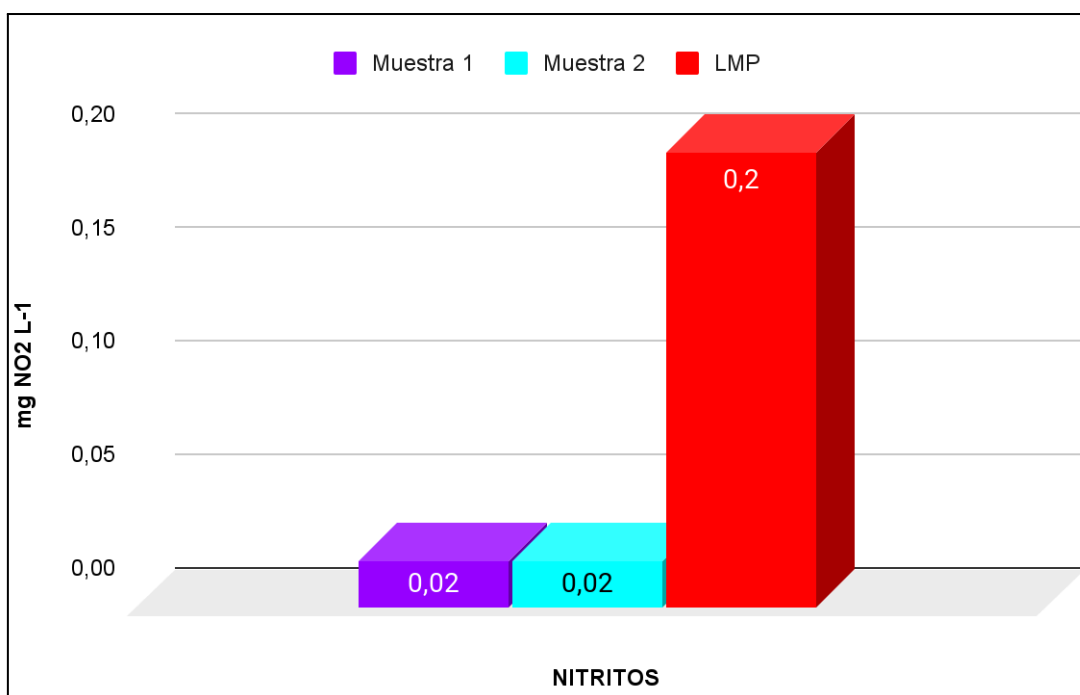
#### Análisis comparativo de los valores de nitratos con los LMP



**Figura 14:** Comparación de los valores de nitratos con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

Según, la figura 14 se observa que los niveles de nitratos en las muestras analizadas (5,09 a 0,83 mg No<sub>3</sub>L<sup>-1</sup>) se encuentran por debajo del límite máximo permisible (50 mg No<sub>3</sub>L<sup>-1</sup>) establecido por la normativa peruana. Esto indica que, en términos de nitratos, la calidad del agua evaluada cumple con la normativa vigente. Los valores de nitratos de (1,87 a 2,1mg No<sub>3</sub>L<sup>-1</sup>) reportados por Palomino (2023), también se encuentran dentro del LMP, lo que sugiere una buena calidad del agua en términos de este parámetro. En contraste con los dos estudios anteriores, en el barrio la Pradera del Partido de Villa Gesell, Provincia de Buenos Aires-Argentina, Barros et al. (2023), reportan valores máximos de nitratos (400 mg/L) que superan considerablemente el límite (45 mg/L), establecido por el CAA. Esto indica una contaminación significativa por nitratos en las muestras analizadas por estos autores.

Análisis comparativo de los valores de nitritos con los LMP



**Figura 15:** Comparación de los valores de nitritos con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuiquju.

Los niveles de nitritos (0,02 mg No<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>) en las muestras analizadas son significativamente inferiores al LMP establecido por la normativa peruana. Esto indica una buena calidad del agua en términos de este parámetro.

Los valores de nitritos reportados por Barros et al. (2023), muestran una mayor variabilidad, con algunas muestras superando el LMP ( 0,10 mg/l), establecido por el Código Alimentario Argentino (CAA), en general, los niveles se consideran aceptables. Los valores de nitritos (0,001 a 0,002 mg/L) encontrados por Palacios y Velastegui (2020), en este estudio son extremadamente bajos y se encuentran muy por debajo del LMP (0,2 mg/L) establecido por la normativa TULSMA. Sin embargo, los autores señalan que la presencia de nitritos, aunque en bajas concentraciones, puede indicar una posible contaminación fecal reciente.

#### 4.3. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A LOS LMP - D.S N°031-2010-SA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

##### 4.3.1. Determinación de la concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca.

**Tabla 08:** Comparación de la concentración de los parámetros microbiológicos con los LMP-DS N°031-2010-SA del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca

#### Concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP-DS N°031-2010-SA del Centro Poblado de Sulcamarca

Centro Poblado		Sulcamarca		
Sistema de abastecimiento de agua(Reservorio)		Phujo		
Parámetros	Unidad	Muestra 1	LMP	Valoración
Coliformes fecales	NMP/100 mL a 44,5°C	2,2	<1,8	No cumple
Coliformes totales	NMP/100 mL a 35°C	120	<1,8	No cumple
Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	18	500	Si cumple
Huevos y larvas de Helminetos, quistes y ooquistes de	N° org/L	<1	0	No cumple

---

**Concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP-DS  
 N°031-2010-SA del Centro Poblado de Sulcamarca**

---

Centro Poblado		Sulcamarca		
Sistema de abastecimiento de agua(Reservorio)		Phujo		
Parámetros	Unidad	Muestra 1	LMP	Valoración
Coliformes fecales	NMP/100 mL a 44,5°C	2,2	<1,8	No cumple
Coliformes totales	NMP/100 mL a 35°C	120	<1,8	No cumple
Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	18	500	Si cumple
protozoarios				
patógenos				

---

En la tabla 08, los resultados de los análisis revelan que la concentración de los parámetros microbiológicos están por encima de los límites máximos permisibles, a excepción de bacterias heterotróficas, lo que indica una contaminación microbiológica del agua, no cumple con el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano.

Al igual que en el estudio de Ccapa (2024), se detectaron concentraciones significativas de coliformes totales (7,2-290 NMP/100 mL) y coliformes termotolerantes (3,6-93 NMP/100 mL), superando los límites máximos permisibles establecidos por la normativa. Estos hallazgos contrastan con los resultados obtenidos por Ávila (2024), quien no reportó la presencia de coliformes totales ni fecales en las muestras analizadas.

#### 4.3.2. Determinación de la concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del centro poblado de Cabanuiju.

**Tabla 09:** Comparación de la concentración de los parámetros microbiológicos con los LMP-DS N°031-2010-SA del agua para consumo humano del centro poblado de Cabanuiju.

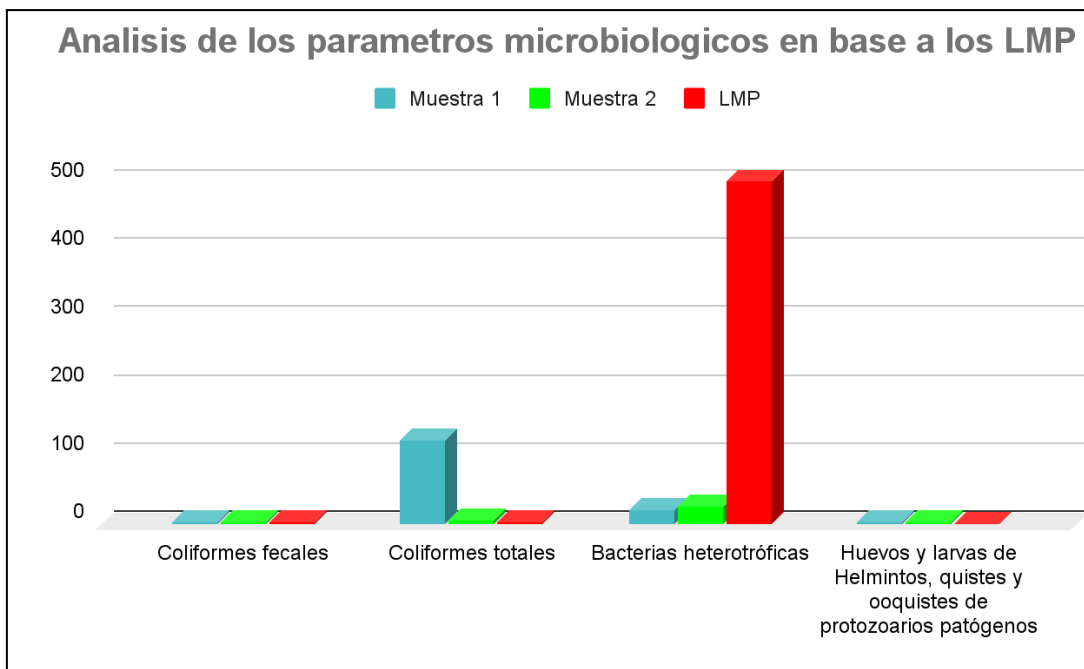
#### Concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP-DS N°031-2010-SA del Centro Poblado de Cabanuiju

Centro Poblado		Cabanuiju		
Sistema de abastecimiento de Jocco				
agua(Reservorio)				
Parámetros	Unidad	Muestra 2	LMP	Valoración
Coliformes fecales	NMP/100 mL a 44,5°C	<1,1	<1,8	Si cumple
Coliformes totales	NMP/100 mL a 35°C	3,6	<1,8	No cumple
Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	25	500	Si cumple
Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	<1	0	No cumple

En la tabla 09, los valores obtenidos para la concentración de los parámetros microbiológicos (coliformes totales y huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos), exceden los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente (D.S N°031-2010-SA).

Los resultados microbiológicos de Roque (2024) revelaron concentraciones significativas de coliformes totales (12,40-141,00 NMP/100 mL) y coliformes termotolerantes (3,00-9,77 NMP/100 mL), superando los límites máximos permisibles. Por otro lado, Poma (2023) reportó la presencia de bacterias heterótrofas en un rango de 14 a 220 UFC/mL, pero no detectó la presencia de larvas y huevos de helmintos, quistes o quistes de protozoarios patógenos. La presencia de microorganismos patógenos en el agua del centro poblado de Cabanuijujo, exige la adopción de medidas de saneamiento para garantizar la salud pública.

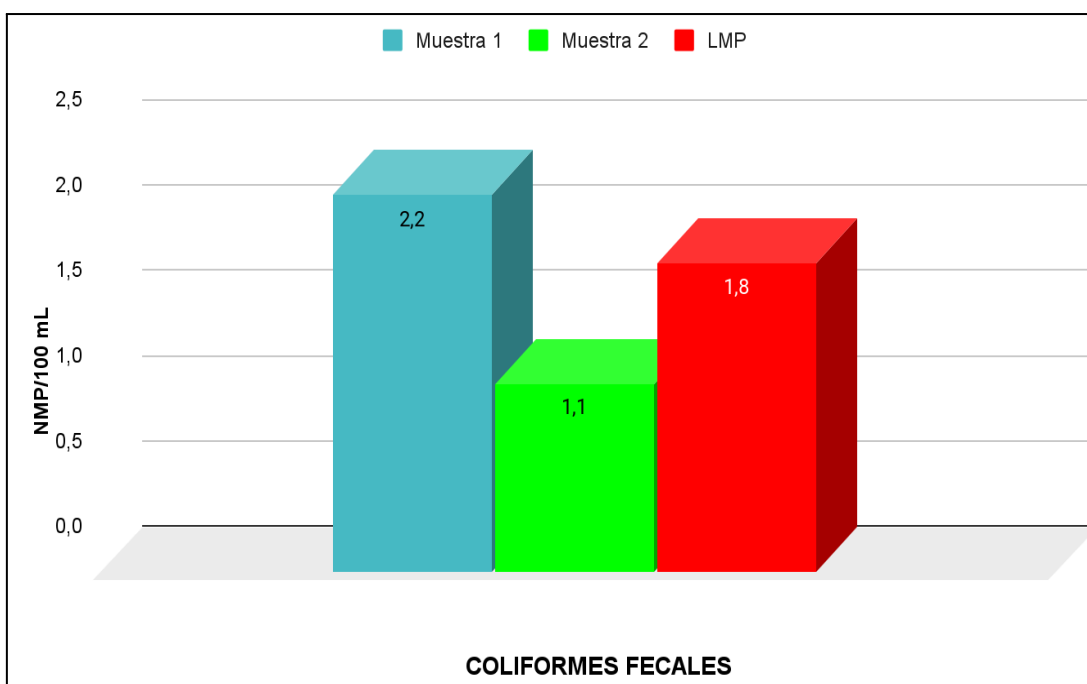
**4.3.3. Análisis comparativo de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en base a los LMP del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.**



**Figura 16:** Análisis comparativo de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano en base a los LMP del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

Se presenta un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos en el laboratorio para cada una de los parámetros:

### Análisis comparativo de la concentración de coliformes fecales con los LMP

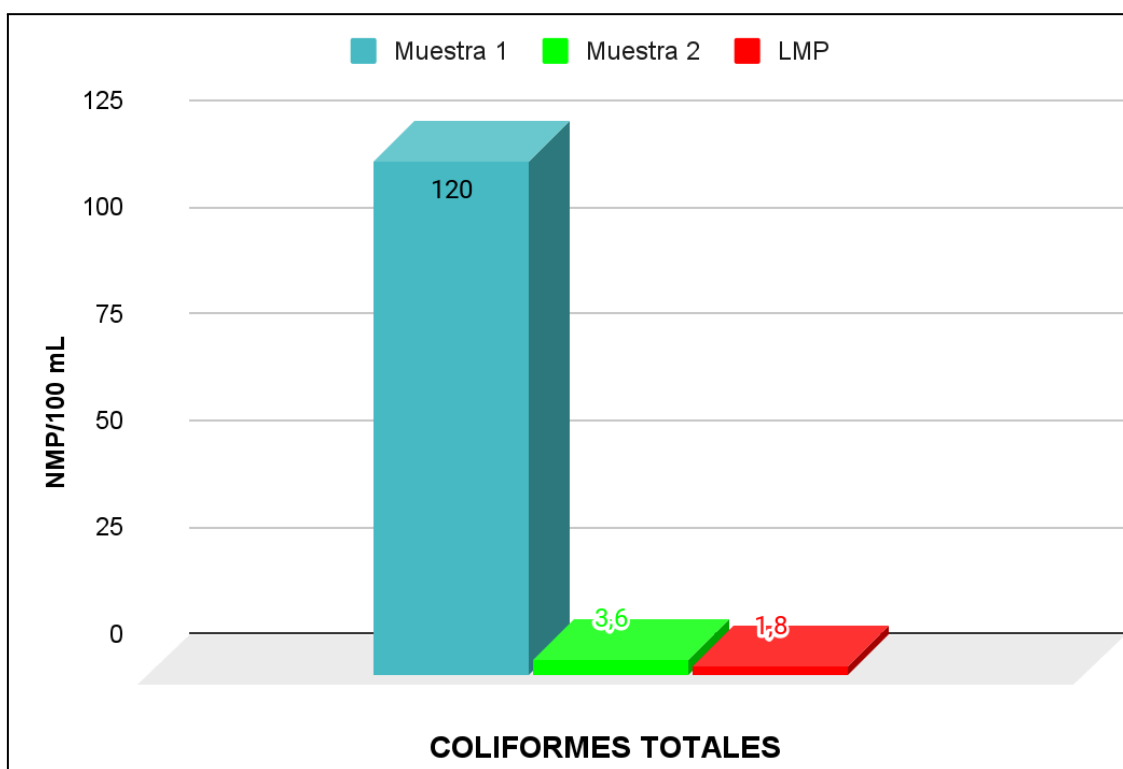


**Figura 17:** Comparación de la concentración de coliformes fecales con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo.

Los resultados presentados en la figura 04, muestra una variabilidad en los niveles de coliformes fecales en los diferentes sistemas de abastecimiento de agua evaluados: para el sistema de abastecimiento de agua de Sulcamarca (2,2 NMP/100 mL), supera el límite máximo permisible (<1,8 NMP/100 mL), a diferencia del sistema de abastecimiento de agua de Cabanuijujo (1,1 NMP/100 mL), está por debajo del LMP establecidos por la normativa. Los resultados obtenidos en nuestro estudio son consistentes con los encontrados por Pacaya y Pascal (2022), donde se observaron niveles variables de coliformes fecales el mayor promedio con 30,89 UFC y menor promedio con 2,44 UFC, estos valores indican que los sistemas de agua superan los LMP (de 0 UFC/100 mL a 44,5 °C). Esto sugiere que la contaminación fecal es un problema común en los sistemas de abastecimiento de agua evaluados. En contraste con los resultados obtenidos por Mau (2023), donde se reportaron niveles casi nulos de coliformes fecales en la pileta, nuestro estudio muestra que en el sistema de abastecimiento de Sulcamarca los niveles de

coliformes fecales superan el LMP. Esta diferencia puede deberse a diversos factores, como las características específicas de cada sistema, la calidad del agua fuente, los procesos de tratamiento y la eficiencia de la desinfección. La presencia de coliformes fecales en el agua indica una contaminación fecal reciente y representa un riesgo para la salud pública, ya que estos microorganismos pueden ser indicadores de la presencia de otros patógenos.

Análisis comparativo de la concentración de coliformes totales con los LMP

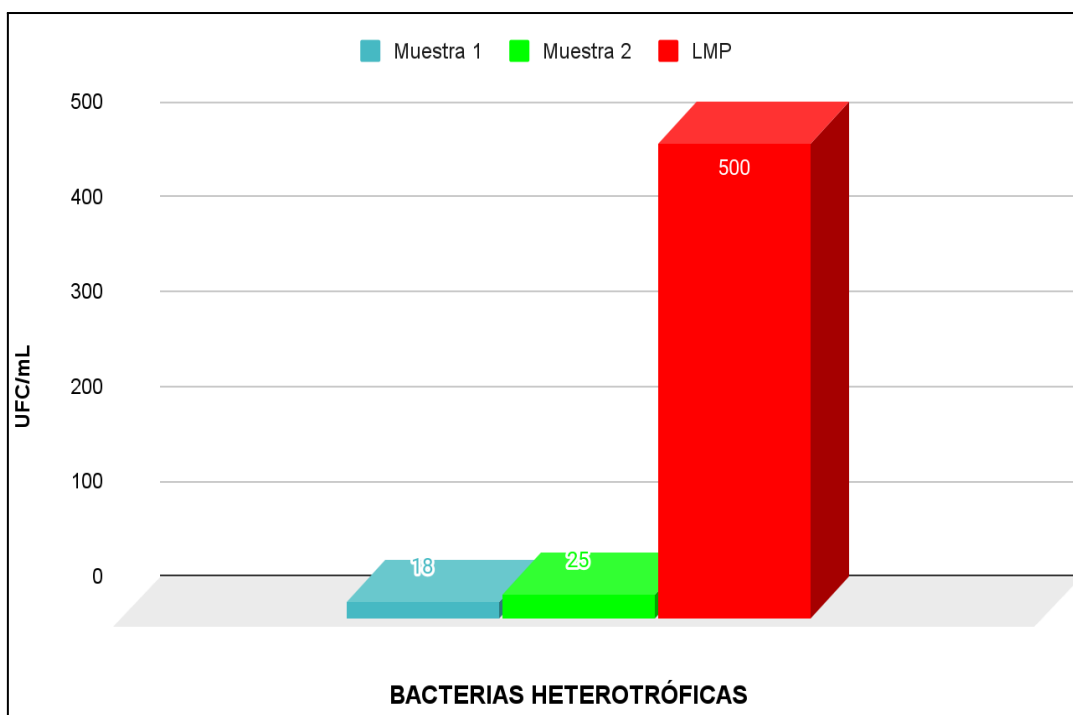


**Figura 18:** Comparación de la concentración de coliformes totales con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuiju.

De acuerdo con la figura 18 y la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA), las muestras de agua presentan niveles inaceptables de coliformes totales. El límite máximo permitido es  $<1,8$  NMP/100 mL, y los resultados obtenidos, de 120 NMP/100 mL para la primera muestra y 3,6 NMP/100 mL para la segunda muestra, superan ampliamente el LMP, lo cual refleja la heterogeneidad en la calidad del agua y las diferentes condiciones de los sistemas de abastecimiento de agua. En el estudio de Roque (2024), reporta una

variabilidad en los niveles de coliformes totales 12,40 y 141,00 NMP/100 mL, entre los diferentes puntos de muestreo (manantial, reservorio y piletas domiciliarias), con los valores más altos en el manantial. Sin embargo, en todos los casos se superan los LMP definidos en el D.S. N° 031-2010-SA. Los resultados de Ccapa (2024), muestran niveles aún más elevados de coliformes totales con valores de 7, 2 a 290 NMP/100 mL, indicando una contaminación bacteriana severa en las muestras analizadas. En contraste con los estudios anteriores, Avila (2024) no detecta la presencia de coliformes totales en las muestras de agua subterránea, lo cual sugiere una mejor calidad del agua en esta fuente. La variabilidad en los resultados obtenidos entre los diferentes estudios puede atribuirse a diversos factores, como la ubicación geográfica de los puntos de muestreo, las características de las fuentes de agua, las estaciones del año, los métodos de análisis utilizados y las condiciones sanitarias de las comunidades. Los resultados obtenidos resaltan la necesidad de implementar medidas para mejorar la calidad del agua en las zonas de estudio, como la protección de las fuentes de agua, la mejora de los sistemas de tratamiento y la vigilancia continua de la calidad del agua.

Análisis comparativo de la concentración de bacterias heterotróficas con los LMP



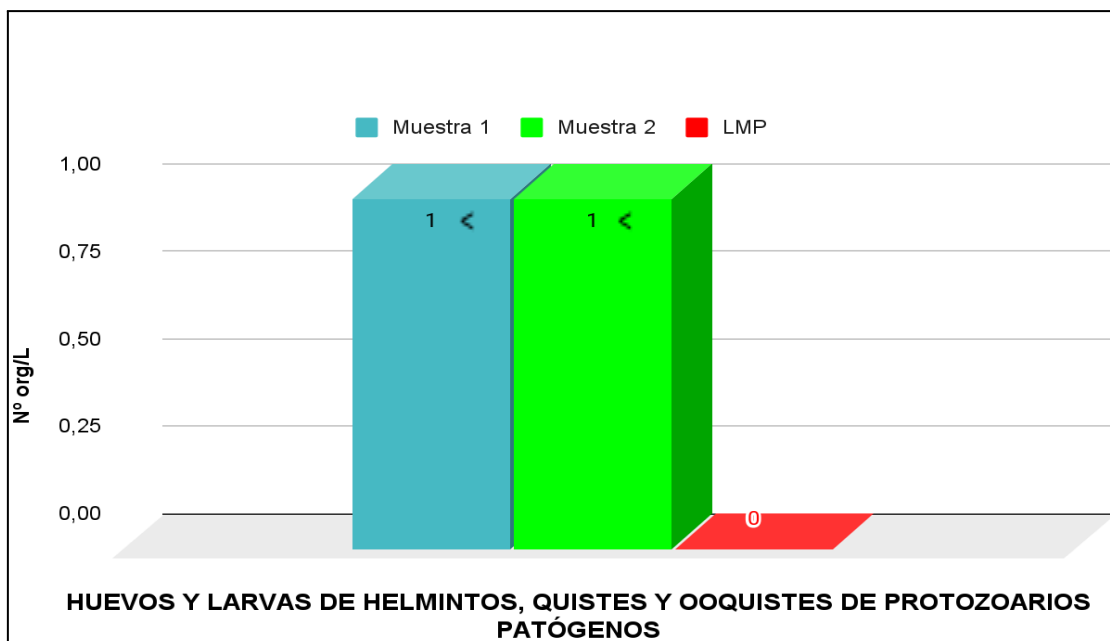
**Figura 19:** Comparación de la concentración de bacterias heterotróficas con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo.

Respecto a los resultados presentados en la figura 19, los valores de bacterias heterotróficas (18 y 25 UFC/mL) están por debajo de los LMP de acuerdo al Decreto Supremo N° 031-2010-SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, el parámetro Bacterias Heterótrofas el límite máximo permitido es de 500 UFC/mL. Coincidiendo con los resultados por Poma (2023), en los puntos de monitoreo (captación de agua, PTAP-área de cloración, reservorio y vivienda) se muestran que los resultados se encuentran dentro de los límites máximo permitido para calidad de agua en el sistema de gestión de agua potable en Rancas. No obstante, el punto de captación muestra una mayor concentración de estas bacterias, con 220 UFC/mL, lo cual sugiere la necesidad de un monitoreo más cercano en esta etapa del proceso.

Los resultados obtenidos en los diferentes estudios resaltan la importancia de realizar un monitoreo continuo de la calidad del agua para garantizar el cumplimiento de la normativa y proteger la salud de la población. Además, es fundamental implementar medidas para

mejorar la calidad del agua en aquellos puntos donde se detectan valores elevados de bacterias heterótrofas.

Análisis comparativo de la concentración de huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos con los LMP.



**Figura 20:** Comparación de la concentración de huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios con los LMP del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo.

En la figura 20, los resultados de huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios obtenidos son menores a 1, lo que indica una baja concentración de estos microorganismos. Sin embargo, al comparar con los límites máximos permisibles de 0 N° org/L, supera ligeramente los límites, al respecto los estudios de Poma (2023), muestra resultados del parámetro larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios de (0 N° org/L) en los 4 puntos de monitoreo, indicando que los niveles de estos parásitos se encuentran dentro de los límites permitidos en el sistema de gestión de agua potable de Rancas.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La calidad del agua del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo, distrito de Huacullani, cumple con los LMP en cuanto a los parámetros físicoquímicos con excepción del cloro y los parámetros microbiológicos, según el D.S.N° 031-2010-SA. Por lo tanto, la situación actual pone en riesgo la salud de la población y requiere implementar tratamiento adecuado para eliminar los contaminantes y garantizar el acceso a agua potable.

**SEGUNDA:** Las concentraciones de los parámetros físicoquímicos: color, turbiedad, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, dureza total, arsénico, cadmio, mercurio, nitratos y nitritos, cumplen con los Límites Máximos Permisibles - D.S N°031-2010-SA, a excepción del cloro con  $<0,02$  mg/L, cuya concentración se encuentra por debajo del valor mínimo recomendado, indicando una deficiente desinfección del agua, constituyendo un riesgo para la salud de la población del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuipujo, distrito de Huacullani.

**TERCERA:** La concentración de los parámetros microbiológicos: coliformes fecales y totales, bacterias heterotróficas, así como de huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos, no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S.N° 031-2010-SA, indicando una calidad microbiológica del agua no apta para consumo humano.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** A la municipalidad distrital de Huacullani, tomar medidas urgentes para garantizar que la población de Sulcamarca y Cabanuijujo tenga acceso a un agua potable que cumpla con los Límites máximos permisibles por la normativa nacional.

**SEGUNDA:** A la municipalidad distrital de Huacullani, a través del del Área Técnica Municipal (ATM) y las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, que realicen una evaluación exhaustiva y posterior optimización de los sistemas de desinfección y tratamiento de agua potable. Es fundamental garantizar que la concentración de cloro residual libre cumpla con los estándares normativos. Además, se recomienda implementar un programa de monitoreo más riguroso y periódico, con especial énfasis en los parámetros microbiológicos. La salud de los habitantes de ambos centros poblados depende en gran medida de la calidad del agua que consumen.

**TERCERA:** Al Establecimiento de Salud de Huacullani I-3, realizar capacitaciones a la población sobre la importancia del tratamiento, cloración, limpieza y mantenimiento adecuados de los sistemas de abastecimiento de agua. Esto se hace necesario debido a la evidente falta de preocupación por la calidad del agua consumida.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Sequeiros, O., y Navarro Alfaro, B. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017*. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14512/130>
- Avila Charca, C. P. (2024). Evaluación de la calidad de agua subterránea para consumo humano, distrito de Paucarcolla, 2022. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/723>
- Barros Cortés, F., Sánchez Caro, L., y Carretero, S. C. (2023). *Análisis de la calidad de agua subterránea destinada a consumo humano en el barrio La Pradera del partido de Villa Gesell, Argentina*. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/160973>
- Bolaños-Alfaro, J. D., Cordero-Castro, G., Segura-Araya, G., Bolaños-Alfaro, J. D., Cordero-Castro, G., y Segura-Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología en Marcha*, 30(4), 15-27. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
- Ccapa Huayta, L. C. (2024). Calidad del agua para consumo humano del sector Tunuhiri Grande centro poblado de Ichu—Puno—2023. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/827>
- Ccaso Gómez, C. A. (2024). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales Titin Phuju y Q'uespi Phuju ara consumo humano del Centro Poblado de Huarahuarani Provincia de El Collao—2024. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1022>
- Cerón, L. M., Sarria, J. D., Torres, J. S., Soto-Paz, J., Cerón, L. M., Sarria, J. D., ... Soto-Paz, J. (2021). Agua subterránea: Tendencias y desarrollo científico.

- Información tecnológica*, 32(1), 47-56.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100047>
- Chambi Huayta, V. (2019). Determinación de mercurio y cadmio en sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla Puno – 2018. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/859>
- Chávez, J. A. V. (2020). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35, 304-308.  
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Cisneros Rosazza, R. F. (2019). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en Comas (Lima), Quispicanchi (Cusco) y Coronel Portillo (Ucayali) durante el 2017. *Repositorio institucional - URP*. Recuperado de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2652>
- Cruz Mamani, M. (2023). Evaluación del nivel de contaminación de los principales parámetros microbiológicos de control sanitario del agua potable del distrito de Ilave 2021 – 2022. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/567>
- Edgar Orlando M.P. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana*.
- Fuentes Lerma, R. F. (2021). Determinación de la concentración de nutrientes (nitratos y fosfatos) originados por los efluentes de contaminación en la bahía interior de Puno – 2020. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./247>
- Gálvez Ayala, M. (2021). Influencia de consumo de agua dura en la salud renal en pobladores del centro poblado Chancaray y Cedropata de la provincia de Huanta—Ayacucho, 2020. *Repositorio Institucional - UCV*. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61902>

- Garros, M. C., y Safar, E. (2020). *Agua segura como derecho humano*. Ediciones Universidad Católica de Salta.
- Huamán Córdova, A. S. (2023). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la laguna Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA, con fines de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca, Pasco—2021—2022. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3283>
- Huaquisto Ramos, B. (2024). Calidad del agua de las captaciones Chichicapac y Jatun Pinaya del distrito de Macusani – Carabaya, 2023. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/840>
- Leiva Zavala, F. (2024). Evaluación de los parámetros físico químicos y biológicos del río llave, tramo que atraviesa la ciudad de llave—2024. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/873>
- Mamani Atamari, M. A. (2024). Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del distrito de Paucarcolla – 2023. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/736>
- Mau Taype, J. J. (2023). Caracterización del abastecimiento de agua que consume el centro poblado Santa Rosa de Yapaz del distrito San Luis de Shuaro, Chanchamayo, Junín y contraste técnico como exige el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, febrero—Mayo 2022. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3993>
- Mestas Mora, T. N. (2022). Evaluación de parámetros físicos de agua del río illpa—Hito puente illpa—Puno, 2021. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./358>

- Miguel-Fernandez, C. D., y Vázquez-Taset, Y. M. (2006). Origen De Los Nitratos (no3) Y Nitritos (no2) Y Su Influencia En La Potabilidad De Las Aguas Subterráneas. *Minería y Geología*, 22(3), 1-9.
- Orozco-Gutiérrez, J. (2019). Clasificación de potenciales fuentes de abastecimiento subterráneas y subsuperficiales en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, Pág 138-146. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i10.4887>
- Pacaya Garcia, A., y Pascal Burgos, Z. J. (2022). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en 10 sistemas de abastecimiento de agua del distrito de Manantay. *Universidad Nacional de Ucayali*. Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5853>
- Pacohuanaco Loza, R. L. (2023). Diagnóstico del servicio y demanda de agua potable en la capital de la provincia de El Collao—Ilave. *Universidad Nacional del Altiplano*. Recuperado de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19870>
- Pacompiá Coaquira, T. G. (2023). Efecto por lixiviados del botadero municipal en el suelo por metales pesados distrito de Ilave—2023. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/620>
- Palacios Pillajo, R. F., y Velastegui Quinteros, L. C. (2020). *Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la comunidad San Rafael, provincia de Pichincha* (BachelorThesis, Quito, 2020.). Quito, 2020. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21047>
- Palomino Quispe, F. Y. (2023). Evaluación de calidad de agua para consumo humano en el manantial estange del sector Patawasi, Checacupe-Canchis-Cusco 2022. *Universidad Continental*. Recuperado de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14042>
- Paredes Condori, G. J. (2023). Determinación de la calidad del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku, del barrio Ricardo Palma, distrito de Puno-

2022. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/659>
- Parra, Y. R., y Roncancio, M. P. (2020). Calidad de agua de consumo humano en sistemas de abastecimiento rurales en Boyacá, Colombia. Un análisis infraestructural. *Revista EIA*, 17(34), 1-15. <https://doi.org/10.24050/reia.v17i34.1378>
- Perez Diaz, M. M. (2021). *Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el valle de Vitor, Arequipa durante los meses de agosto y octubre del 2019*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12865>
- Poma Tello, M. D. C. (2023). Evaluación de la calidad de agua física, microbiológica y parasitológica en el sistema de agua potable y del sistema alcantarillado de la zona urbana de comunidad campesina de San Antonio de Rancas Distrito de Simón Bolívar de la Provincia de Pasco-2021. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3412>
- Romero Moncada, J. A. (2021). *Características químicas inorgánicas, microbiológicas y organolépticas del agua potable durante la estación seca del área urbana del distrito de Pomahuaca, provincia de Jaén, 2019*. Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9302>
- Roque Roque, L. (2024). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica de la fuente de agua de consumo humano del distrito de Santiago de Pupuja, Azángaro—Puno*. Recuperado de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/21419>
- SINIA. (2018). Aprueban Límites Máximos Permisibles para Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto | SINIA. Recuperado 4 de julio de 2024, de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-limites-maximos-permisibles-efluentes-establecimientos>

SUNASS. (2024). El 10 % la población peruana no tiene agua potable y 23 % no accede al alcantarillado. Recuperado 10 de junio de 2024, de <https://www.gob.pe/institucion/sunass/noticias/781301-el-10-la-poblacion-peruana-no-tiene-agua-potable-y-23-no-accede-al-alcantarillado>

Toledo Quispe, L. M. (2021). Concentración de arsénico en agua y los efectos sobre la salud en la comunidad de Chacaconiza—Corani 2020. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./118>

UNESCO, author Corporate:[object]. (2023). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023: Alianzas y cooperación por el agua*. UNESCO. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386807>

## ANEXOS

**Anexo 01: Matriz de consistencia: calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani - 2024**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>General</b> ¿Cómo es la calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani-2024 según D.S.N°031-2010-SA?</p> <p><b>Específicos</b> - ¿Los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani cumplirán con los LMP - D.S.N°031-2010-SA?</p> <p>- ¿Los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani cumplirán con los LMP - D.S.N°031-2010-SA?</p>	<p><b>General</b> - Evaluar la calidad del agua para consumo humano del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani-2024 de acuerdo a los LMP - D.S.N°031-2010-SA.</p> <p><b>Específicos</b> - Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani de acuerdo a los LMP - D.S.N°031-2010-SA.</p> <p>- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani de acuerdo a los LMP - D.S.N°031-2010-SA.</p>	<p><b>General</b> - La calidad del agua del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani-2024, permitirá conocer si son aptas para consumo humano según D.S.N°031-2010-SA.</p> <p><b>Específicas</b> - Los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani no cumplen con los LMP - D.S.N°031-2010-SA.</p> <p>- Los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano, del centro poblado de Sulcamarca y Cabanuijujo, distrito de Huacullani no cumplen con los LMP - D.S.N°031-2010-SA.</p>	<p><b>Independiente</b> Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos</p> <p><b>Dependiente</b> Calidad del agua para consumo humano</p>	<p>Fisicoquímicos</p> <p>Microbiológicos</p> <p>Concentración de parámetros de calidad de agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Color</li> <li>• Turbiedad</li> <li>• pH</li> <li>• Conductividad eléctrica</li> <li>• Sólidos totales disueltos</li> <li>• Dureza total</li> <li>• Arsénico</li> <li>• Cadmio</li> <li>• Cloro</li> <li>• Mercurio</li> <li>• Nitratos</li> <li>• Nitritos</li> <li>• Coliformes fecales</li> <li>• Coliformes totales</li> <li>• Bacterias heterotróficas</li> <li>• Huevos y larvas de Helmintos, oquistes y protozoarios patógenos</li> <li>• Límites Máximos Permisibles para agua - D.S. N° 031-2010-SA.</li> </ul>	<p><b>Método:</b> Descriptivo comparativo <b>Diseño:</b> No experimental <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Población y muestra:</b> 2 sistemas de abastecimiento de agua (reservorio) <b>Tipo de muestreo:</b> No probabilística <b>Técnicas:</b> Observación. Ficha de recojo de datos. <b>Instrumentos:</b> Análisis de laboratorio DS N° 031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano.</p>

Anexo 02: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS 031-2010-SA

**Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano**

---

MINISTERIO DE SALUD No. 031-2010-SA

REPUBLICA DEL PERU



*Decreto Supremo*

**APRUEBAN REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**

**CONSIDERANDO:**

Que, el numeral 22 del artículo 2º concordante con el artículo 7º de la Constitución Política del Perú, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, teniendo derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad, así como el deber de contribuir a su promoción y defensa;

Que, el artículo 107º de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, establece que el abastecimiento del agua para consumo humano queda sujeto a las disposiciones que dicte la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento;

Que, la Décima Primera Disposición Complementaria, Transitoria y Final de la Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, dispone que el Ministerio de Salud, continuará teniendo competencia en los aspectos de saneamiento ambiental, debiendo formular las políticas y dictar las normas de calidad sanitaria del agua y de protección del ambiente;

Que, mediante Resolución Suprema del 17 de diciembre de 1946, se aprobó el "Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables", el cual se encuentra desactualizado y obsoleto en el contexto actual;

Que, resulta necesario establecer un nuevo marco normativo para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, sustentado en un enfoque de análisis de riesgo, que proporcione a la Autoridad de Salud instrumentos de gestión modernos y eficaces para conducir la política y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano;

  
E. CRUZ S.

  
M. Arco P.

  
Olivera A.

  
D. L. Co.





Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 26842 – Ley General de Salud, y la Ley N° 29158 – Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

**DECRETA:**

**Artículo 1°- Aprobación**

Apruébese el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, que consta de diez (10) títulos, ochenta y un (81) artículos, doce (12) disposiciones complementarias, transitorias y finales, y cinco (05) anexos, cuyos textos forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

El presente Decreto Supremo con el texto del Reglamento y sus anexos deberán ser publicados en el Portal Institucional del Ministerio de Salud (<http://www.minsa.gob.pe>) el mismo día de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.



M. Alce R.

**Artículo 2°- Derogación**

A la entrada en vigencia del presente dispositivo legal, quedará derogada la Resolución Suprema del 17 de diciembre de 1946 que aprobó el "Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables", así como toda aquella disposición que se le oponga.



E. CRUZ S.

**Artículo 3°- Refrendo**

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Salud y de Vivienda, Construcción y Saneamiento.



W. Olivera A.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinticuatro días del mes de septiembre del año dos mil diez.



D. León Ch.



*[Handwritten signature of Alan García Pérez]*

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

*[Handwritten signature of Oscar Ugarte Ubilluz]*  
OSCAR UGARTE UBILLUZ  
Ministro de Salud

JUAN SARMIENTO SOTO  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**Anexo 03:** LMP parámetros microbiológicos según el D.S. N° 031-2010-SA

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

**ANEXO I**

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS  
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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








**Anexo 04:** LMP parámetros físicoquímicos según el D.S. N° 031-2010-SA

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano		
ANEXO II		
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA		
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoniaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero  
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Niquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015

**Anexo 05:** Resolución Directoral N°160-2015/DIGESA/SA “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano”

<b>MINISTERIO DE SALUD</b>	<b>No.160-2015/DIGESA/SA</b>
 <p>REPUBLICA DEL PERU</p>	
<h1>Resolución Directoral</h1>	
<p>Lima, 24..... de...Setiembre..... del....2015.</p>	
	<p><b>Visto,</b> el Expediente n.º 39212-2015-DI, y los informes números 2163-2015/DSB/DIGESA, y 2608-2015/DSB/DIGESA, de la Dirección de Saneamiento Básico e Informe n.º 00310-2015/ELV/DG/DIGESA, de la Dirección General de Salud Ambiental;</p>
<p>E. GIL</p>  <p>M. SAAVEDRA</p>	<b>CONSIDERANDO:</b>
 <p>E. LOPEZ</p>	<p>Que, mediante informes números 2163-2015/DSB/DIGESA y 2608-2015/DSB/DIGESA, la Dirección de Saneamiento Básico ha informado que resulta necesario contar con disposiciones de carácter general, que permitan a las personas del sector salud la toma, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de muestras de agua de consumo humano procedente del sistema de abastecimiento de las zonas urbanas y/o rurales, en el marco del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.º 031-2010-SA; en efecto, se asegurará la representatividad e invariabilidad de las muestras;</p>
 <p>P. NAVARRO</p>	<p>Que, al respecto, el artículo 9 del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.º 031-2010-SA, establece que la Autoridad de Salud del nivel nacional para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, es el Ministerio de Salud, y la ejerce a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); en tanto, que la autoridad a nivel regional son las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) o Gerencias Regionales de Salud (GRS) o la que haga sus veces en el ámbito regional, y las Direcciones de Salud (DISA) en el caso de Lima, según corresponda;</p>
 <p>E. QUICHIZ</p>	<p>Que, asimismo, el numeral 4 del artículo 9 del citado Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, señala como función de la Dirección General de Salud Ambiental elaborar guías y protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;</p>
	<p>Que, en ese sentido, la Dirección de Saneamiento Básico de la Dirección General de Salud Ambiental elaboró y propuso la aprobación del documento técnico "Protocolo de</p>



E. GIL

procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano”;



S. TANG

Que, dicho protocolo deberá ser aprobado mediante una disposición general, puesto que de conformidad con el artículo VII del título preliminar de la Ley n.° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, *“Las autoridades superiores pueden dirigir u orientar con carácter general la actividad de los subordinados a ellas mediante circulares, instrucciones y otros análogos, los que sin embargo, no pueden crear obligaciones nuevas.”*;



N. SAAVEDRA

Que, asimismo, de acuerdo, con el numeral 61.2 del artículo 61 de la Ley n.° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, *“Toda entidad es competente para realizar las tareas materiales internas necesarias para el eficiente cumplimiento de su misión y objetivos, así como para la distribución de las atribuciones que se encuentren comprendidas dentro de su competencia.”*;



E. LOPEZ

Que, en efecto, con la aprobación del documento técnico denominado: “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano”, se establece un procedimiento confiable y seguro, que garantiza la predictibilidad y debido procedimiento durante la toma, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano, realizadas en el marco del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.° 031-2010-SA;

Con el visado del director y abogado de la Dirección de Saneamiento Básico; y del abogado de la Dirección General de Salud Ambiental; y

Estando a las conclusiones del Informe n.° 00310-2015/ELV/DG/DIGESA, del 24 de setiembre de 2015, de la Dirección General de Salud Ambiental:



P. NAVARRO

De conformidad con el Decreto Legislativo n.° 1161, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Salud; el Decreto Supremo n.° 023-2005-SA, Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud; la Ley n.° 26842, Ley General de Salud; Decreto Supremo n.° 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano; y la Ley n.° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.- Aprobar** el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano”.



F. QUICHIZ

**Artículo 2°.- Encargar** a la Dirección General de Salud Ambiental la difusión y supervisión de lo dispuesto en el citado protocolo.



P. RETUERTO

**Artículo 3°.- Disponer** que las Diresas, Geresas, Disas o las que hagan sus veces son responsables de la aplicación del “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano”, en el ámbito de su jurisdicción.

MINISTERIO DE SALUD

No...160.2015/DIGISA/SA



# Resolución Directoral



P. NAVARRO

Lima, 24 de Setiembre del 2015

**Artículo 4°.-** Disponer la publicación de la presente resolución en el Portal Electrónico de la Dirección General de Salud Ambiental.



E. LOPEZ

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MINISTERIO DE SALUD  
Dirección General de Salud Ambiental  
*[Firma]*  
MGA Mónica Patricia Saavedra Chumbe  
DIRECTORA GENERAL



E. QUICHIZ



S. TANG

*[Firma]*



E. GIL



PERÚ Ministerio de Salud

Dirección General de  
Evaluación y Control de Alimentos

## PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS, PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN, TRANSPORTE ALMACENAMIENTO Y RECEPCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



F. QUICHIZ









P. RETUERTO

[www.direasa.minsa.gob.pe](http://www.direasa.minsa.gob.pe)  
[www.direasa.gob.pe](http://www.direasa.gob.pe)

Calle Las Amapolas N° 350  
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú  
Central Telefónica (511) 631-4430

**Anexo 06:** Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, microbiológicas, parasitológicas, organolépticas e inorgánicas, según la RD-160-2015/DIGESA/SA.

 E. NIETO	<p><b>c) Consideraciones para la toma de muestras microbiológicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.</li> <li>- Desarmar el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel y saque la cubierta del frasco para la toma de muestra.</li> <li>- Evitar tocar el interior del frasco o la cara interna del tapón, sujetando esta con la mano mientras se realiza el muestreo, sin colocarlo sobre algún material que lo pueda contaminar.</li> <li>- Mientras mantiene la tapa en la mano, ponga inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y llénelo dejando un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación durante la etapa de análisis.</li> <li>- Si el agua está clorada, el frasco de muestreo debe contener tiosulfato de sodio en un porcentaje 3% (0.1 ml de tiosulfato de sodio al 3% por cada 120 ml) a fin de bloquear la acción del cloro.</li> <li>- Coloque la tapa en el frasco o enrosque la tapa fijando la cubierta protectora de papel kraft en su lugar mediante el cordón.</li> <li>- Sobre la cantidad de muestra necesaria ver el Listado de requisitos para la recepción de muestras ubicado en la página web de la Digesa <a href="http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp">http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp</a> y completar la ficha de datos de campo.</li> </ul>
 E. GIL	<p><b>d) Consideraciones para la toma de muestras parasitológicas e hidrobiológicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.</li> <li>- Tomar las muestras de preferencia en los mismos puntos de las tomas de muestras bacteriológicas y fisicoquímicas.</li> <li>- En los puntos de captación, abrir el frasco de muestreo, invertirlo y sumergirlo a unos 30 cm por debajo de la superficie y luego girarlo en contra de la corriente.</li> <li>- En los puntos de reservorio, cisternas, grifo, pozo o reservorios de almacenamiento, abrir el frasco de muestreo y colocarlo debajo del chorro de agua del grifo.</li> <li>- Para muestras destinadas a los ensayos hidrobiológicos, después de tomada la muestra, se agrega el preservante y se procede a cerrar herméticamente el frasco de muestreo e inmediatamente se agita vigorosamente.</li> <li>- Sobre la cantidad de muestra necesaria ver el Listado de requisitos para la recepción de muestras ubicado en la página web de la Digesa <a href="http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp">http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp</a> y completar la ficha de datos de campo.</li> </ul>
 S. TANG	<p><b>e) Consideraciones para la toma de muestras fisico químico:</b></p>
 F. QUICHIZ	<p><b>a. Parámetros Inorgánicos</b></p>
 P. RETUERTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra</li> <li>- Enjuagar de dos a tres veces los frascos de muestreo con el agua a ser recolectada, con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.</li> <li>- Llenar hasta el límite del frasco (no dejar espacio vacío), luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade el preservante adecuado y cerrar herméticamente.</li> <li>- Cumplir con los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digesa <a href="http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp">http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp</a></li> </ul>
 E. NIETO	<p><b>b. Parámetros Orgánicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra</li> <li>- La toma de la muestra deberá realizarse de manera directa sin enjuagar el frasco, en la superficie del cuerpo de agua, es decir no introducir totalmente la boca del frasco de la botella.</li> <li>- Cumplir con los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digesa <a href="http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp">http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp</a></li> </ul>

**Anexo 07:** Resolución Directoral N°3930-2009/DIGESA/SA. "Directiva sanitaria para la interpretación de resultados de ensayo de calidad de agua".

3930-2009/DIGESA/SA.

MINISTERIO DE SALUD No.....




24 SET. 2009

## Resolución Directoral

24                      setiembre                      2009

*Lima, .....de.....del.....*

Visto, el Informe N° 1275-2009/DSB/DIGESA, de fecha 10 de setiembre del 2009, del Área de Vigilancia y Control de Agua y Saneamiento, de la Dirección de Saneamiento Básico de la Dirección General de Salud Ambiental;

**CONSIDERANDO:**

Que, dentro de las funciones asignadas a la Dirección de Saneamiento Básico de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, del Ministerio de Salud, es la de establecer las normas técnicas sanitarias de calidad de agua para consumo humano, así como la vigilancia de la calidad sanitaria de los sistemas de abastecimiento de agua, en concordancia con lo señalado en el artículo 51 del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado mediante Decreto Supremo N° 023-2005-SA;

 Que, en su calidad de Órgano Técnico Normativo del Ministerio de Salud, la DIGESA ha elaborado la "Directiva Sanitaria para la Interpretación de Resultados de Ensayo de Calidad de Agua", la misma que debe ser tomada en cuenta por las Direcciones Regionales de Salud, al ejercer sus funciones de Vigilancia Sanitaria en su jurisdicción;

 Que, la Descentralización en nuestro país se enmarca dentro de una forma de organización democrática y constituye una política permanente del Estado, de carácter obligatorio, que tiene como objetivo fundamental el desarrollo integral del país. Es en ese sentido que la Ley de Bases de la Descentralización, Ley N° 27783, desarrolla los artículos 188 y siguientes de la Constitución Política del Perú y el artículo 49 de la Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales que se transfieren las funciones en materia de Salud a los citados entes regionales;

 Que, las Direcciones Regionales de Salud tienen a su cargo la ejecución de las actividades de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano y de los sistemas de saneamiento. Dentro de las actividades de vigilancia se realiza la inspección de campo, en la cual se toman las muestras de agua que el inspector considere necesarias, de acuerdo al protocolo de la inspección y a los hallazgos de la inspección;

Que, las muestras tomadas son transportadas a un laboratorio para su análisis correspondiente, el cual emite los resultados de los análisis por medio de un Informe de Ensayo. La Dirección Regional de Salud debe proceder a la interpretación de los

informes de ensayo, utilizando la normatividad existente en materia de calidad del agua y estándares de calidad ambiental; asimismo, debe incluir lo actuado y observado durante la inspección de campo; para lo cual debe de elaborar un Informe de Interpretación de Resultados de calidad de agua;

Con la visación del Asesor Legal de la Dirección de Saneamiento Básico, de la Directora de Saneamiento Básico y del Director General de Salud Ambiental; y,



De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 27657 - Ley del Ministerio de Salud, en el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-SA y en la Ley N° 26842 - Ley General de Salud;

**SE RESUELVE:**



**ARTICULO 1°.- APROBAR** la "Directiva Sanitaria para la Interpretación de Resultados de Ensayo de Calidad de Agua", que forma parte integrante de la presente Resolución Directoral.

**ARTICULO 2°.-** Remítase una copia de la presente Resolución Directoral al Área de Sistemas de la DIGESA para su publicación, en el Portal Institucional [WWW.digesa.minsa.gob.pe](http://WWW.digesa.minsa.gob.pe)

Regístrese, comuníquese y Publíquese





PERÚ

Ministerio  
de Salud

Dirección General  
de Salud Ambiental

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Unión Nacional frente a la Crisis Externa"

Pág. 03 de 10

## 6. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

### 6.1 Definiciones:

**6.1.1 Informe de Ensayo de análisis de agua:** es el documento emitido por un laboratorio acreditado por INDECOPI o por un laboratorio de referencia del Ministerio de Salud, contiene numeración correlativa de informe de ensayo y datos de la muestra como: nombre del solicitante y de la persona que tomó la muestra, descripción de la procedencia de la muestra, ubicación del punto de muestreo en coordenadas georeferenciales UTM, fecha de muestreo, tipo de preservación realizada, método de análisis por cada parámetro analizado, límite de detección del método, límite de cuantificación del método y valores de los resultados por cada parámetro analizado, firmado por el responsable de laboratorio.

**6.1.2 Informe de inspección de campo:** es el documento que genera el personal de salud que realiza la inspección del sistema, en el cual se describe los hechos de la inspección sanitaria realizada que originó la toma de muestras de agua para su análisis en laboratorio; se deben consignar todas las condiciones en que se tomó la muestra, además de los parámetros de campo medidos: aforo, turbiedad, pH, temperatura, cloro residual libre, conductividad, etc. También se debe incluir información de la posición georeferenciada del punto de muestreo y el croquis de ubicación correspondiente, las características ambientales físicas y biológicas observadas del entorno: coloración de la fuente de agua, descargas aguas arriba de las fuentes, protección sanitaria de las fuentes, recursos hidrobiológicos observados y el registro fotográfico que evidencie las condiciones de la calidad del agua.

**6.1.3 Cadena de Custodia:** es el documento elaborado por el laboratorio de análisis a ser llenado por la persona que ha realizado la toma de muestra y que sirve para la identificación de las muestras que ingresan al laboratorio. Este documento debe contener como mínimo: fecha de muestreo, datos del muestreador, datos de la naturaleza de la muestra, código de la muestra, punto de monitoreo, ubicación, valores de parámetros de campo, cantidad de muestra, tipo de frasco de muestreo, preservante de la muestra, parámetros de análisis que son solicitados al laboratorio, fecha y hora de ingreso al laboratorio, firma de la persona que entrega la muestra al laboratorio y de la persona del laboratorio que recibe la muestra.

**6.1.4 Informe de Interpretación del Informe de Ensayo:** es el documento que analiza y determina si los valores de los parámetros de calidad de agua consignados en el informe de ensayo de laboratorio exceden al efectuar su comparación con los límites máximos permisibles que establece la normatividad vigente nacional o en su defecto las guías de la Organización Mundial de la Salud u otras normas de referencia internacional, para aquellos parámetros que la norma nacional no establece valores o se justifique la necesidad del reajuste del valor establecido en la normatividad nacional por motivos de riesgo directo o indirecto a la salud pública.



El informe debe ser concluyente en cuanto a si la calidad de la muestra de agua cumple o no con la normatividad vigente y apoyándose en lo consignado en el registro de campo deberá incluir los riesgos identificados y su probable afectación en cuanto a la calidad del agua, deberá proponer medidas de seguridad y/o acciones correctivas a realizar por parte de los proveedores del agua y gobiernos locales y regionales siendo la autoridad de salud a nivel regional o local quien realice el seguimiento y control, para su implementación.

**6.1.5 Normatividad Vigente:** Para efectos de la presente directiva se entenderá por normatividad vigente al conjunto de normas emitidas por la autoridad nacional de Salud en cuanto a los parámetros de calidad del agua para consumo humano y en la ausencia de algún parámetro o por modificación por evidencia epidemiológica se emplearán los valores referenciales internacionales aprobados por la autoridad nacional de Salud conforme lo establece el artículo 33° de la Ley General del Ambiente N° 28611.

**6.1.6 Limite de detección del método analítico:** es el valor mínimo al cual un parámetro puede ser detectado en el análisis realizado mediante un método analítico específico con un nivel de confianza pero no necesariamente cuantificada como un valor exacto, se expresa en unidades de concentración del parámetro.

[www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe)  
[www.digesa.sld.pe](http://www.digesa.sld.pe)

Calle Las Amapolas N° 350  
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú  
T (511) 4428353, 4428356 / F (511) 4226404



- 6.1.7 **Límite de cuantificación del método analítico:** es el valor mínimo al cual un parámetro puede ser medido con precisión y exactitud que dependerá del método analítico. Se expresa en unidades de concentración del parámetro.
- 6.1.8 **Registro Regional de análisis de agua:** es la información generada, ingresada y organizada en una base de datos electrónica que posee toda DIRESA, GRS o DISA, en el cual se consignar ordenadamente todos los valores de los parámetros de las muestras de agua analizadas en el marco del Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua – PVICA y de acuerdo a las disposiciones que establezca la autoridad nacional de Salud.
- 6.2 **Procedimiento para la interpretación de informes de ensayo de calidad de agua**
- 6.2.1 **Agua de cuerpos naturales que servirán como fuente de agua para consumo humano**
- 6.2.1.1 *Antes de proceder a la interpretación de informes de ensayo de calidad de agua de cuerpos naturales que servirán como fuente de agua para consumo humano se deberá contar con los siguientes documentos:*
- Informe de ensayo de calidad de agua emitido por un laboratorio acreditado o de referencia de la autoridad de Salud.
  - Informe de inspección de campo.
  - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – D.S. N° 002-2008-MINAM del 30.07.2008.
- 6.2.1.2 *Se verificará que el límite de cuantificación del método de análisis utilizado para cada uno de los parámetros sea inferior o igual al valor límite máximo permitido por la normatividad vigente. En el caso de aguas subterráneas (pozo, manantial) se comparará con el USO A1 y en el caso de aguas superficiales (río, lago, laguna) se comparará con los USOs A2 y A3 establecido en el Anexo 1 de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – D.S. N° 002-2008-MINAM. Para conocer la calidad del agua del cuerpo natural de agua debe conocerse los resultados de todos los parámetros de calidad que se detallan en el D.S. N° 002-2008-MINAM; si no se conociera algunos de los resultados deberá indicarse explícitamente en el informe para que conste que no se dispone de los resultados de esos parámetros. En las conclusiones se debe recomendar la toma de muestra para análisis de los parámetros faltantes.*
- 6.2.1.3 *Se verificará que el límite de cuantificación del método de análisis utilizado para cada uno de los parámetros sea inferior o igual al valor límite máximo permitido por la normatividad vigente. Los parámetros que no cumplan con este requisito no serán interpretados sino que se colocará en el informe un párrafo indicando que para ese parámetro el laboratorio presenta un límite de cuantificación mayor a los valores límites de acuerdo con la normatividad vigente por lo que no es posible precisar si cumple o no con la normatividad.*
- 6.2.1.4 *Se debe elaborar un cuadro comparativo en el cual se muestren los parámetros, unidades de concentración, valores hallados en los análisis realizados y los valores de la normatividad vigente. Se debe de colocar en negritas los valores que sobrepasen el límite. Se debe presentar un cuadro por grupos de parámetros según su naturaleza: microbiológicos, parasitológicos y físico-químicos. Ver anexo I.*
- 6.2.1.5 *Al cuadro comparativo le seguirá una descripción comentada de los valores que cumplen y/o incumplen la normatividad vigente.*
- 6.2.1.6 *Se debe hacer referencia al registro de campo y toma de muestra si este indicara indicios de las probables causas por lo cuales se presenta el valor elevado del parámetro.*





PERÚ

Ministerio  
de Salud

Dirección General  
de Salud Ambiental

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Unión Nacional frente a la Crisis Externa"

Pág. 05 de 10

- 6.2.1.7 Por cada uno de los parámetros que **incumplen** la normatividad vigente debe señalarse en el informe que el proveedor del servicio deberá considerar en el sistema de tratamiento de agua para consumo humano procesos para la remoción de dicho parámetro tal que en el agua a ser consumida por la población cumpla con la normatividad vigente de agua para consumo humano. Asimismo se deberá incluir este parámetro dentro del plan de vigilancia PVICA para dicho centro poblado indicando: frecuencia de vigilancia, realización de una nueva inspección sanitaria y un nuevo monitoreo, identificación de otros sistemas de abastecimiento de agua que utilizan las aguas de estos cuerpos de agua como fuente de agua para consumo humano, entre otros.
- 6.2.1.8 Si existiese inadecuada: preservación, uso de frascos de muestra y transporte de muestras que el laboratorio consigna en su informe de ensayo y/o cadena custodia, éstas siempre se deberán señalar en el informe de interpretación de resultados, condiciones que pueden alterar la representatividad de los resultados, debiéndose concluir que se requiere realizar una nueva toma de muestra.
- 6.2.1.9 Todo informe de interpretación de resultados debe ser de conocimiento de las autoridades de los gobiernos locales y regionales así como de la Defensoría del Pueblo para que actúen de acuerdo a sus competencias y de la autoridad de salud local para su seguimiento y monitoreo en el marco de las acciones de vigilancia sanitaria.
- 6.2.1.10 El agua de cuerpos naturales que es consumida directamente por la población sin tratamiento alguno deberá compararse con los requisitos de calidad exigidos por la normatividad vigente para **agua de consumo humano**.

#### 6.2.2 Agua para consumo humano

- 6.2.2.1 Antes de proceder a la interpretación de informes de ensayo de calidad de agua se deberá contar con los siguientes documentos como mínimo:
- Informe de ensayo de calidad de agua emitido por un laboratorio acreditado o de referencia de la autoridad de Salud.
  - Registro de campo y toma de muestra.
  - Normatividad vigente en materia de calidad de agua para consumo humano.
- 6.2.2.2 Se verificará que el límite de cuantificación del método de análisis utilizado para cada uno de los parámetros sea inferior o igual al valor límite máximo permitido por la normatividad vigente. Los parámetros que no cumplan con este requisito no serán interpretados sino que se colocará en el informe un párrafo indicando que para ese parámetro el laboratorio presenta un límite de cuantificación mayor a los límites máximos permisibles de acuerdo con la normatividad vigente por lo que no es posible precisar si cumple o no con la normatividad.
- 6.2.2.3 En el informe de ensayo de calidad de agua se deberá revisar el origen de la fuente de agua: superficial o subterránea así como si el agua está en forma natural como se encuentra en el río, acuífero, manantial o si ha sido sometido a algún proceso de tratamiento previo. Debe tenerse en cuenta los diferentes tipos de muestras de agua para realizar la correcta comparación de valores hallados con la normatividad vigente.
- 6.2.2.4 El agua tratada y la que no ha sido tratada pero que se pretende consumir sin tratamiento alguno deberá compararse con los requisitos de calidad exigidos por la normatividad vigente para **agua de consumo humano**: Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables – R.S. del 17.12.1946 y la Guía de calidad de agua potable de la Organización Mundial de la Salud, tercera edición, 2004.



[www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe)  
[www.digesa.lfd.gob.pe](http://www.digesa.lfd.gob.pe)

Calle Las Américas N° 350  
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú  
T: (511) 4418353, 4428356 / F: (511) 4226404



PERÚ

Ministerio  
de Salud

Dirección General  
de Salud Ambiental

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Unión Nacional frente a la Crisis Externa"

Pág. 06 de 10

- 6.2.2.5 Se debe elaborar un cuadro comparativo en el cual se muestren los parámetros, unidades de concentración, valores hallados en los análisis realizados y los valores de la normatividad vigente. Se debe de colocar en negritas los valores que sobrepasen el límite máximo permisible. Se debe presentar un cuadro por grupos de parámetros según su naturaleza: microbiológicos, parasitológicos y físico-químicos. Ver anexo I.
- 6.2.2.6 Al cuadro comparativo le seguirá una descripción comentada de los valores que cumplen y/o incumplen la normatividad vigente.
- 6.2.2.7 Por cada uno de los parámetros que **incumplen** la normatividad vigente debe de indicarse el valor hallado y una breve reseña de los riesgos a la salud de la población por consumo del agua con estos valores elevados y/o los riesgos de exposición al consumo de agua que por sus características organolépticas cause rechazo y/o daños en el uso doméstico con base en los estudios epidemiológicos que para los efectos cuente la Organización Mundial de la Salud. También se debe hacer referencia al registro de campo y toma de muestra si este indicara indicios de las probables causas por lo cuales se presenta el valor elevado del parámetro.
- 6.2.2.8 Si existiese inadecuada: preservación, uso de frascos de muestra y transporte de muestras que el laboratorio consigna en su informe de ensayo y/o cadena custodia, éstas siempre se deberán señalar en el informe de interpretación de resultados, condiciones que pueden alterar la representatividad de los resultados, debiéndose concluir que se requiere realizar una nueva toma de muestra.
- 6.2.2.9 Para conocer si la calidad del agua para consumo humano es apta deberán conocerse los resultados de los parámetros microbiológicos, parasitológicos y físico-químicos. Pudiéndose en el primer caso concluir que el agua es bacteriológicamente apta en base a los resultados de coliformes totales, termotolerantes y bacterias heterotróficas. Si no se conociera algunos de los resultados deberá indicarse explícitamente en el informe para que conste que no se dispone de los resultados de esos parámetros por lo cual no se puede concluir que el agua sea apta para consumo humano. En las conclusiones se debe recomendar la toma de muestra para análisis de los parámetros faltantes.
- 6.2.2.10 Dentro de las conclusiones se debe señalar si la muestra cumple o no el valor límite del parámetro analizado establecido en la normatividad vigente. En el caso de incumplimiento de la normatividad vigente se deberá indicar las medidas de seguridad y/o acciones de control a desarrollar por parte de los proveedores de agua a fin de que puedan utilizar el agua de la fuente muestreada para consumo humano, así como establecer las medidas a tomar por parte de la autoridad de Salud en cuanto a vigilancia sanitaria de la calidad del agua como son: vigilancia frecuente, realización de una nueva inspección sanitaria y un nuevo monitoreo, identificación de riesgos para la salud de la población por la exposición a ciertos niveles de parámetros perjudiciales para la salud, entre otros.
- 6.2.2.11 Todo informe de interpretación de resultados debe ser de conocimiento de las autoridades de los gobiernos locales y regionales así como de la Defensoría del Pueblo para que actúen de acuerdo a sus competencias y de la autoridad de salud local para su seguimiento y monitoreo en el marco de las acciones de vigilancia sanitaria.



**Anexo 08:** Panel fotográfico



**Figura 21:** Sistema de abastecimiento de agua (reservorio) del centro poblado de Sulcamarca



**Figura 22:** Sistema de abastecimiento de agua (reservorio) del centro poblado de Cabanuipujo.



**Figura 23:** Toma de muestra 1 del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Sulcamarca.



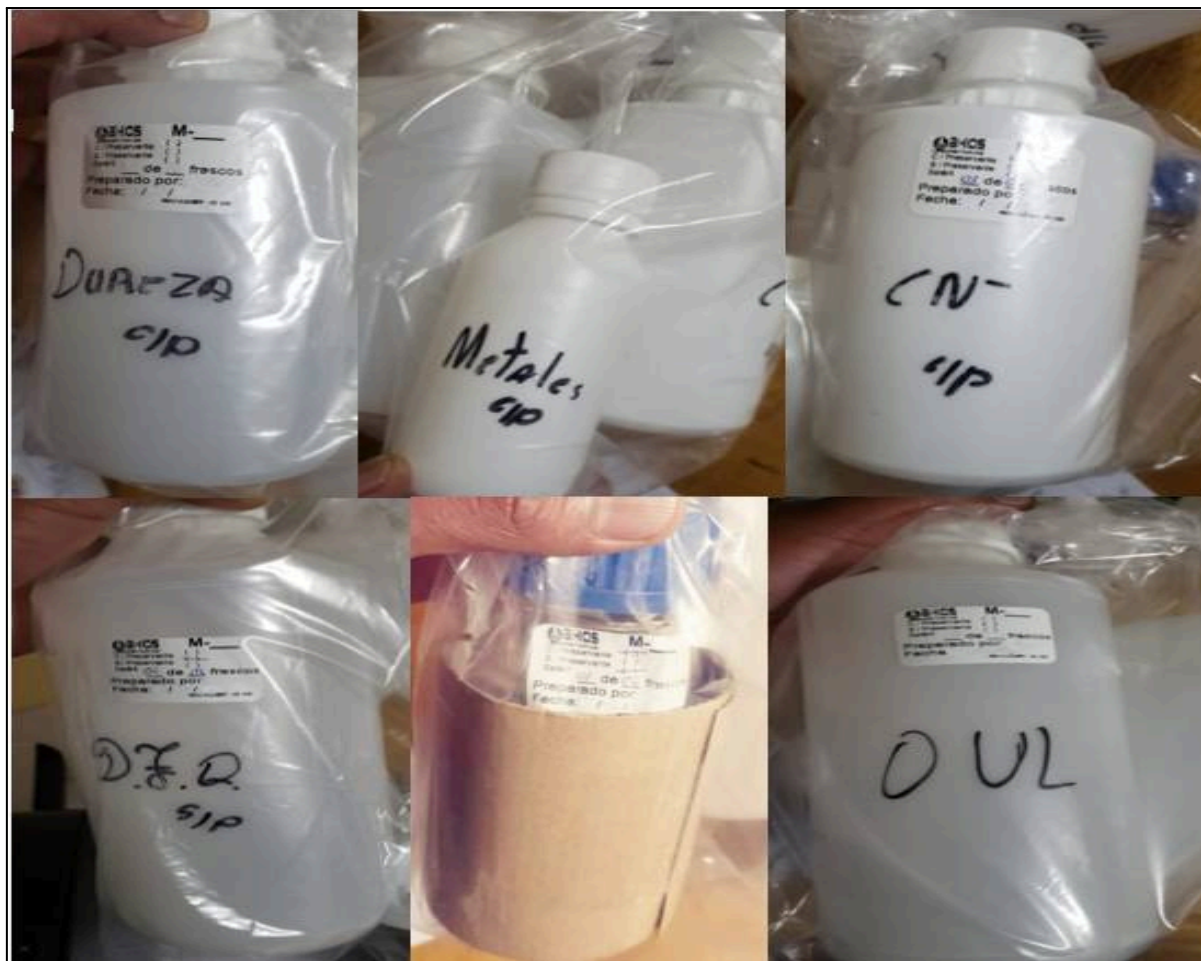
**Figura 24:** Toma de muestra 1 del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Sulcamarca.



**Figura 25:** Toma de muestra 2 del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Cabanuipujo.



**Figura 26:** Toma de muestra 2 del sistema de abastecimiento de agua del centro poblado de Cabanuipujo.



**Figura 27:** Envases utilizados para la toma de muestra de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.



**Figura 28:** Muestras tomadas para el análisis de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

**Anexo 09:** Resultados de laboratorio del sistema de agua potable del centro poblado Sulcamarca.



**BHIOS**  
LABORATORIOS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



INACAL  
D.A. - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 7911-2024**  
**PÁGINA 1 DE 4**

<b>SOLICITANTE</b>	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL HUACULLANI
<b>DIRECCIÓN</b>	: PZA 28 DE JULIO NRO. SIN CERCADO (FTE IGLESIA) PUNO - CHUCUITO - HUACULLANI
<b>PRODUCTO DECLARADO</b>	: AGUA POTABLE
<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>	: Líquido transparente.
<b>CODIFICACIÓN / MARCA</b>	: JASS Sulcamarca "Phujo". (M1)
<b>DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE</b>	: 02/09/2024 16:33 Procedencia: 19K 464463, 8169213. Puno-Chucuito-Huacullani.
<b>TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA</b>	: 01 muestra de 3350 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 250 mL. para análisis MB. 01 envase PE de 1000 mL, 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
<b>PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN</b>	: En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.5 °C.
<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
<b>CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA</b>	: Ninguna (por ser muestra única)
<b>FECHA PRODUCCIÓN</b>	: No especificada
<b>FECHA DE VENCIMIENTO</b>	: No especificada
<b>CONTRATO N°</b>	: 0664-2024
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 03/09/2024

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-05-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por :GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE JASS Sulcamarca "Phujo". (M1)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes totales	120	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	2.2	NMP/100mL
MB	Larvas de Helminfos (Cuantificación 1L)*	<1	Org./L
MB	Recuento de Heterótrofos en Placa	18(e)	ufc/mL
MB	Quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)*	<1	Quistes/L
MB	OVL-Nemátodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Rotíferos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Protozoarios (Cuantificación)*	960	Org./L
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	2.2	NMP/100mL
MB	OVL-Algas (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Copépodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	Huevos de Helminfos (Cuantificación 1L)*	<1	Huevos/L
FQ	Cloro Libre (Cl <sub>2</sub> )*	<0.02	mg/L
FQ	Turbidez*	0.18	NTU
FQ	Sólidos Totales Disueltos	94	mg/L
FQ	pH*	8.1	U de pH
FQ	Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	84.96	mg/L
FQ	Conductividad	185.2	µS/cm
FQ	Cloro Total (Cl <sub>2</sub> )*	<0.02	mg/L
FQ	Cianuro Total*	<0.01	mg/L
FQ	Color*	<5	U de color

ABREVIATURAS:

ufc/mL	: Unidades formadoras de colonia por mililitro
U de color	: Unidades de color
Huevos/L	: Huevos por litro
mg/L	: Miligramos por litro
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
Org./L	: Organismos por litro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
NTU	: Unidades nefelométricas de turbidez
U de pH	: Unidades de pH
Quistes/L	: Quistes por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes totales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-B, Pag. 1-8, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Larvas de Helminfos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Recuento de Heterótrofos en Placa	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9215-B, Pag. 1-6, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count: Pour Plate Method.
Quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000, 9711 Pathogenic Protozoa Pag. 1 a 5. / Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Nemátodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10750 Nematological Examination. Pag. 10-98 a 10-113, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Rotíferos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Protozoarios (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000, 9711 Pathogenic Protozoa Pag. 1 a 5. / Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.

INFORME DE ENSAYOS N° 7911- 2024  
PÁGINA 3 DE 4

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Numeración de Escherichia coli (NMP)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
OVL-A-gas (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL Copépodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Huevos de Helminthos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Cloro Libre (Cl <sub>2</sub> )	: Cloro Libre DPD - HACH
Turbidez	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2000. Method 2130-B. Turbidity. Nephelometric Method. 23rd Ed. 2017.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1:11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	: Norma Técnica Peruana 214.016 (Revisada el 2019) 1969 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método volumétrico con EDTA.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2510-B. Pag. 1-4, 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
Cloro Total (Cl <sub>2</sub> )	: Cloro Total DPD - HACH
Cianuro Total	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 4000 Method 4500-CN-J. Cyanide. Cyanogen Chloride. Colorimetric Method. 23rd Ed. 2017.
Color	: Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025. Platinum-Cobalt Standard Method. Pag.381, 4th Ed. Rev.2.

**OBSERVACIONES :**

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

^ Este símbolo, indica un exponente.

LC: Límite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "<sup>c</sup>" indica menor al límite de cuantificación del método

(e) : Recuento estimado.

LD: Límite de detección del método

**Metales Totales (DS 031)**

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				JASS	Sulcámara "Phujo". (M1)	
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		<0,02	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,00075	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,046	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,3276	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00008	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00028	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		<0,001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		<0,01	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00008	0,0002		0,0007	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0001	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		3,11	mg/L
FQ	Ni (Níquel)	0,00001	0,00006		0,0001	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		<0,0002	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00018	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,024	mg/L

**ABREVIATURAS:**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 7911-2024**

**PÁGINA 4 DE 4**

mg/L : Miligramos por litro

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Metales Totales (DS 031)

: EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

**OBSERVACIONES :**

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

^ Este símbolo, indica un exponente.

LC: Límite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

(e) : Recuento estimado.

LD: Límite de detección del método.

**Aniones (DS 031)**

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE JASS Sulcamarca "Piujo". (M <sup>1</sup> )	UNIDADES
FQ	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )*	0.01	0.10	1.15	mg/L
FQ	Fluoruro (F <sup>-</sup> )*	0.001	0.010	0.053	mg/L
FQ	Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )*	0.01	0.10	5.09	mg/L
FQ	Nitrato (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )*	0.002	0.020	<0.020	mg/L
FQ	Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )*	0.01	0.10	2.43	mg/L

**ABREVIATURAS:**

mg/L : Miligramos por litro

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Aniones (DS 031)

: Environmental Protection Agency, Method 300.0 Determination of inorganic anions by Ion Chromatography Revision 2.1 August 1993

**OBSERVACIONES :**

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

^ Este símbolo, indica un exponente.

LC: Límite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

(e) : Recuento estimado.

LD: Límite de detección del método.

**FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS :** FQ 03/09/2024 al 10/09/2024

MB 03/09/2024 al 10/09/2024

**FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS :** 20/09/2024



**Bto. Miguel Valdivia Martínez**  
Gerente Técnico

Fin del Informe

**Anexo 10: Resultados de laboratorio del sistema de agua potable del centro poblado Cabanuijujo**



**BHIOS  
LABORATORIOS**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Agua  
Acreditado

Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 7912-2024**  
**PÁGINA 1 DE 4**

<b>SOLICITANTE</b>	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL HUACULLANI
<b>DIRECCIÓN</b>	: PZA.28 DE JULIO NRO. SIN CERCADO (FTE / GLESIJA) PUNO - CHUCUITO - HUACULLANI
<b>PRODUCTO DECLARADO</b>	: AGUA POTABLE
<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>	: Líquido transparente.
<b>CODIFICACIÓN / MARCA</b>	: JASS Cabanuijujo "Jocco". (M2)
<b>DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE</b>	: 02/09/2024 10:38 Procedencia: 19K 467252. 8177478. Puno-Chucuito-Huacullani.
<b>TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA</b>	: 01 muestra de 3350 mL aprox. Compuesta por 01 envase PE de 1000 mL, 01 envase vidrio de 250 mL. para análisis MB. 01 envase PE de 1000 mL, 02 envases PE de 500 mL, 01 envase PE de 100 mL. para análisis FQ.
<b>PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN</b>	: En envases de vidrio y polietileno, cerrados y etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.5 °C.
<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
<b>CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA</b>	: Ninguna (por ser muestra única)
<b>FECHA PRODUCCIÓN</b>	: No especificada
<b>FECHA DE VENCIMIENTO</b>	: No especificada
<b>CONTRATO N°</b>	: 0664-2024
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 03/09/2024

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no están consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-03-F-054E Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/09/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG

Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 7912-2024  
PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE JASS Cabanupujo "Jocco". (M2)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes totales	3.6	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	<1.1	NMP/100mL
MB	Larvas de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Org./L
MB	Recuento de Heterótrofos en Placa	26(e)	ufc/mL
MB	Quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)*	<1	Quistes/L
MB	OVL-Nemátodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Rotíferos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Protozoarios (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)	<1.1	NMP/100mL
MB	OVL-Algas (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Copepodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Huevos/L
FQ	Cloro Libre (Cl <sub>2</sub> )*	<0.02	mg/L
FQ	Turbidez*	0.20	NTU
FQ	Sólidos Totales Disueltos	71	mg/L
FQ	pH*	8.2	U de pH
FQ	Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	55.30	mg/L
FQ	Conductividad	138.3	µS/cm
FQ	Cloro Total (Cl <sub>2</sub> )*	<0.02	mg/L
FQ	Cianuro Total*	<0.01	mg/L
FQ	Color*	<5	U de color

ABREVIATURAS:

NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
ufc/mL	: Unidades formadoras de colonia por mililitro
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
mg/L	: Miligramos por litro
Quistes/L	: Quistes por litro
Org./L	: Organismos por litro
Huevos/L	: Huevos por litro
U de pH	: Unidades de pH
NTU	: Unidades nefelométricas de turbidez
U de color	: Unidades de color

MÉTODOS UTILIZADOS :

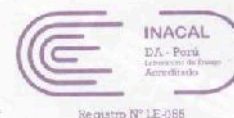
Numeración de Coliformes totales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-B, Pag. 1-8, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)
Larvas de Helmintos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Recuento de Heterótrofos en Placa	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9215-B, Pag. 1-5, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count: Pour Plate Method.
Quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag.1 a 5. / Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Nemátodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10750 Nematological Examination. Pag. 10-98 a 10-113. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Rotíferos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Protozoarios (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag.1 a 5. / Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.

PRP-06-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



**INFORME DE ENSAYOS N° 7912 - 2024**  
**PÁGINA 3 DE 4**

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Numeración de Escherichia coli (NMP)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
OVL-Algas (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900. Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
OVL-Copepodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900. Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900. Identification of Aquatic Organisms. 23rd Ed. 2017.
Cloro Libre (Cl <sub>2</sub> )	: Cloro Libre DPD - HACH
Turbidez	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2000, Method 2130-B. Turbidity, Nephelometric Method. 23rd Ed. 2017.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2540-C, 24th Ed. 2023. SOLIDS, Total dissolved Solids Dried at 180° C.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1.11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019.
Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	: Norma Técnica Peruana 214.018 (Revisada el 2019) 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método volumétrico con EDTA.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2510-B, Pag. 1-4, 24th Ed. 2023. Conductivity, Laboratory Method.
Cloro Total (Cl <sub>2</sub> )	: Cloro Total DPD - HACH
Canuro Total	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 4000 Method 4500-CN- J. Cyanide. Cyanogen Chloride. Colorimetric Method. 23rd Ed. 2017.
Color	: Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025: Platinum-Cobalt. Standard Method. Pag.381. 4th Ed. Rev.2.

**OBSERVACIONES :**

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

^: Este símbolo, indica un exponente.

LC: Límite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "\*" indica menor al límite de cuantificación del método

(e): Recuento estimado.

LD: Límite de detección del método.

**Metales Totales (DS 031)**

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE	UNIDADES
				JASS Cabanulpuje "Jocco". (M2)	
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020	<0,02	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000204	0,00062	0,00139	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005	0,023	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004	0,0010	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001	0,00002	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005	0,00055	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001	<0,001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010	<0,01	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005	<0,0005	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,000033	0,00012	0,0006	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001	0,0001	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050	7,88	mg/L
FQ	Ni (Níquel)	0,00001	0,00006	0,0002	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002	<0,0002	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010	<0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001	<0,0001	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000033	0,00012	0,00059	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,005	0,028	mg/L

**ABREVIATURAS:**

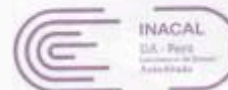
PRP-064-051E Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: GAC / Aprobado por: CS Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 7912-2024**  
**PÁGINA 4 DE 4**

mg/L : Miligramos por litro

**MÉTODOS UTILIZADOS :**  
Metales Totales (DS 031)

: EPA METHOD 8020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO -  
Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

**OBSERVACIONES :**

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

^ Este símbolo, indica un exponente.

LC: Límite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de cuantificación del método.

(e) : Recuento estimado.

LD: Límite de detección del método.

**Aniones (DS 031)**

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE JASS Cabanupujá "Jaco", (M2)	UNIDADES
FQ	Carbono (C <sup>2+</sup> )	0.01	0.10	0.31	mg/L
FQ	Fluoruro (F <sup>2-</sup> )	0.001	0.010	0.030	mg/L
FQ	Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0.01	0.10	0.03	mg/L
FQ	Nitrato (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0.002	0.020	<0.020	mg/L
FQ	Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	0.01	0.10	4.25	mg/L

**ABREVIATURAS:**

mg/L : Miligramos por litro

**MÉTODOS UTILIZADOS :**  
Aniones (DS 031)

: Environmental Protection Agency, Method 300.0 Determination of inorganic anions  
by Ion Chromatography Revision 2.1 August 1993

**OBSERVACIONES :**

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

^ Este símbolo, indica un exponente.

LC: Límite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de cuantificación del método.

(e) : Recuento estimado.

LD: Límite de detección del método.

**FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS :** FQ 03/09/2024 al 10/09/2024  
MB 03/09/2024 al 10/09/2024

**FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS :** 20/09/2024



**Migo, Miguel Valdivia Martínez**  
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-05-F-054E Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/2022 Elaborado por: OT / Revisado por: CAC / Aprobado por: OG Página 2 de 2

Av. Quífonos B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio