

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO DE  
CANCHARANI, PUNO 2025**

**PRESENTADA POR:**

**GROVER WELET PINEDA MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2025**



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



# 12.92%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 18 DEC 2025, 5:31 PM

## Originality & Authorship Report

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

● IDENTICAL  
3.48%

● CHANGED TEXT  
9.43%

## Report #30745251

GROVER WELET PINEDA MAMANI // CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES D EL CENTRO POBLADO DE CANCHARANI,PUNO 2025 RESUMEN El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo, ubicados en el Centro Poblado de Cancharani, Puno (2025), de acuerdo con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA. Para ello, se diseñó un proceso metodológico que incluyó la recolección de muestras de agua siguiendo el protocolo de muestreo oficial, garantizando representatividad y condiciones adecuadas de conservación. Posteriormente, las muestras fueron transportadas y enviadas al laboratorio acreditado, donde se realizaron análisis físico-químicos, organolépticos y microbiológicos conforme a la normativa vigente. Los resultados muestran que la calidad físico-química y organoléptica del agua es, en general, aceptable: el manantial Campanani cumple con todos los parámetros evaluados, mientras que Jake Leche Phujo presenta desviaciones en pH (9.0) y turbidez (10.20 NTU), ambos fuera de los rangos normativos. Sin embargo, la evaluación microbiológica revela una situación crítica en ambos manantiales, al registrarse concentraciones de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes muy superiores al LMP de 0.00 UFC/100 mL. En conclusión, la calidad del agua de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo evidencia que no son aptos para el consumo humano, al superar los Límites Máximos

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

**CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO DE  
CANCHARANI, PUNO 2025**

**PRESENTADA POR:**

**GROVER WELET PINEDA MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:

  
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

PRIMER MIEMBRO

:

  
Dra. CELIA VERENISSE ORTIZ DE ORUE ROJAS

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
M.Sc. KORINA ASQUI GOMEZ

ASESOR DE TESIS

:

  
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Lineas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 29 de diciembre del 2025.

## DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía en cada paso, por darme fortaleza cuando sentí que ya no podía más y por iluminar mi camino con su amor infinito. Sin él, este logro no habría sido posible.

A mi querida mamá, Natividad Mamani Quispe, cuyo esfuerzo, amor y sacrificio han sido la base de todo lo que soy. Gracias por cada palabra de aliento, por tu ejemplo de valentía y por enseñarme que los sueños se construyen con trabajo y humildad. Este logro es también tuyo, mamá.

A mi amada esposa, Maritza Yesica Chire Barrionuevo, por su apoyo incondicional, su paciencia en los momentos más difíciles y su compañía llena de amor. Gracias por creer en mí incluso cuando dudaba, por sostenerme en mis noches de cansancio y por ser mi mayor motivación para seguir adelante. Tu amor ha sido mi fuerza.

A mis hermanos, por su cariño, su comprensión y cada gesto de apoyo que me impulsó a continuar. Gracias por estar presentes en este camino y por ser parte importante de mi vida.

Dedico este trabajo con todo mi corazón a ustedes, quienes han sido mi sostén, mi inspiración y mi motivo para no rendirme. Este logro es tan suyo como mío.

## AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos por brindarme los recursos, el espacio académico y las oportunidades necesarias para desarrollar el presente proyecto. Su apoyo institucional ha sido fundamental en mi formación profesional.

Extiendo mi gratitud a los docentes de la Facultad de Ingenierías, por sus aportes, sugerencias y enseñanzas, las cuales permitieron fortalecer los fundamentos teóricos y prácticos de esta investigación.

Agradezco profundamente a mi asesor de tesis, por su valiosa orientación, dedicación y constante acompañamiento académico. Sus consejos, rigor metodológico y compromiso han enriquecido de manera significativa el desarrollo de este trabajo.

Mi especial agradecimiento a los miembros del jurado, quienes dedicaron su tiempo y experiencia a la revisión detallada de la presente investigación. Sus observaciones, sugerencias y aportes académicos fueron esenciales para fortalecer la calidad final del estudio.

Finalmente, agradezco a todas las personas e instituciones que brindaron las facilidades necesarias para la realización de esta investigación, ya sea mediante apoyo logístico, acceso a información, participación directa o acompañamiento durante todo el proceso.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

### CAPÍTULO I

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

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	17
1.1.2. PROBLEMAS ESPÈCIFICOS	17
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>18</b>
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	18
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	19
1.2.3. A NIVEL REGIONAL O LOCAL	20
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>22</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	22
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22

## CAPÍTULO II

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

<b>2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	<b>23</b>
2.1.1. MANANTIALES	23
2.1.2. CALIDAD DE AGUA	23
2.1.3. AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO	24
2.1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA	24
2.1.5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE	30
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>31</b>
<b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>	<b>33</b>
<b>2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>34</b>
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	34
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	34

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>35</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>36</b>
3.2.1. POBLACIÓN	36
3.2.2. MUESTRA	37
<b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>38</b>
3.3.1. MÉTODO DE MUESTREO DE AGUA	38
3.3.2. MÉTODOS DE LABORATORIO	40
3.3.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	40
3.3.4. MATERIALES	41
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>42</b>

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

<b>4.1. CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO DE CANCHARANI, PUNO 2025</b>	<b>44</b>
4.1.1. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES CAMPANANI Y JAKE LECHE PHUJO, EN RELACIÓN A LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)	44
<b>4.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS Y QUÍMICOS DE LOS MANANTIALE DEL CENTRO POBLADO DE CANCHARANI, PUNO 2025</b>	<b>50</b>
4.2.1. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO COLOR	50
4.2.2. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO TURBIEDAD	51
4.2.3. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	53
4.2.4. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO PH	55
4.2.5. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO CLORUROS	56
4.2.6. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO SULFATOS	58
4.2.7. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO DUREZA TOTAL	59
4.2.8. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	61
<b>4.3. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES DE LA COMUNIDAD DE CANCHARANI, DISTRITO DE PUNO, EN RELACIÓN A LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)</b>	<b>62</b>
4.3.1. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO COLIFORMES TOTALES	62
4.3.2. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO COLIFORMES TERMOTOLERANTES	64
<b>4.4. CONTRASTE DE HIPÓTESIS</b>	<b>66</b>
4.4.1. CONTRASTE DE HIPÓTESIS GENERAL	66
4.4.2. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	67

4.4.3. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	67
4.4.4. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3	68
4.4.5. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 4	69
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Límites Máximos Permisibles(LMP)	30
<b>Tabla 02:</b> Coordenadas de los puntos de captación de agua	37
<b>Tabla 03:</b> Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua potable.	41
<b>Tabla 04:</b> Operacionalización de variables de la investigación	42
<b>Tabla 05:</b> Concentración de los parámetros Organolépticos y químicos de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo.	45
<b>Tabla 06:</b> Concentración de los parámetros microbiológicos de los Manantiales Campanani y Jake Leche Phujo.	46
<b>Tabla 07:</b> Comparación de la concentración de los parámetros del manantial Campanani con los LMP D.S N°031- 2010-SA.	47
<b>Tabla 08:</b> Comparación de la concentración de los parámetros del manantial Centro Poblado de Cancharani con los LMP D.S N°031- 2010-SA.	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Localización de la zona objeto de análisis	36
<b>Figura 02:</b> Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.	38
<b>Figura 03:</b> Valor promedio del color del agua de los manantiales centro poblado de Cancharani.	51
<b>Figura 04:</b> Valor promedio de la turbiedad del agua de los manantiales centro poblado de Cancharani.	52
<b>Figura 05:</b> Valor promedio de conductividad del agua de los manantiales del centro poblado de Cancharani.	54
<b>Figura 06:</b> Valor promedio del pH del agua de los Manantiales comunidad de Cancharani.	55
<b>Figura 07:</b> Valor promedio de Cloruros del agua de los manantiales de la comunidad de Cancharani.	57
<b>Figura 08:</b> Concentración de sulfatos de la comunidad de Cancharani.	58
<b>Figura 09:</b> Valor medio de la Dureza Total del agua de los manantiales de la comunidad de Cancharani.	60
<b>Figura 11:</b> Concentración media de coliformes totales en manantiales del centro poblado de Cancharani.	63
<b>Figura 12:</b> Concentración de coliformes termotolerantes de los manantiales del centro poblado de Cancharani.	65
<b>Figura 13:</b> Toma de muestras del punto de captación del manantial de Campanani.	95
<b>Figura 14:</b> Toma de la última muestra del manantial de Campanani.	95
<b>Figura 15:</b> Toma de muestras del punto de captación manantial de Jake Leche Phujo.	96
<b>Figura 16:</b> Conservación de las muestras tomadas del manantial de Jake Leche Phujo.	96
<b>Figura 17:</b> Conservación de las muestras tomadas del manantial de Cancharani.	97

<b>Figura 18:</b> Muestras tomadas para el análisis de los parámetros microbiológicos al laboratorio.	97
<b>Figura 19:</b> Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras del manantial Campani..	98
<b>Figura 20:</b> Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras del manantial Campani.	99
<b>Figura 21:</b> Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras.	100
<b>Figura 22:</b> Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras del manantial Jake Leche Phujo.	101
<b>Figura 23:</b> Certificado de análisis de los parámetros Microbiológicos de las muestras del manantial Jake Leche Phujo.	102

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia: CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO DE Cancharani,PUNO 2025	80
<b>Anexo 02:</b> Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N°031-2010-SA.	81
<b>Anexo 03:</b> Manual ASTM D 4448:2001MJ	93
<b>Anexo 04:</b> Panel fotográfico	95
<b>Anexo 05:</b> Resultado de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos del manantial Campani	98

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo, ubicados en el Centro Poblado de Cancharani, Puno (2025), de acuerdo con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA. Para ello, se diseñó un proceso metodológico que incluyó la recolección de muestras de agua siguiendo el protocolo de muestreo oficial, garantizando representatividad y condiciones adecuadas de conservación. Posteriormente, las muestras fueron transportadas y enviadas al laboratorio acreditado, donde se realizaron análisis físico-químicos, organolépticos y microbiológicos conforme a la normativa vigente. Los resultados muestran que la calidad físico-química y organoléptica del agua es, en general, aceptable: el manantial Campanani cumple con todos los parámetros evaluados, mientras que Jake Leche Phujo presenta desviaciones en pH (9.0) y turbidez (10.20 NTU), ambos fuera de los rangos normativos. Sin embargo, la evaluación microbiológica revela una situación crítica en ambos manantiales, al registrarse concentraciones de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes muy superiores al LMP de 0.00 UFC/100 mL. En conclusión, la calidad del agua de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo evidencia que no son aptos para el consumo humano, al superar los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA, siendo la contaminación microbiológica el factor determinante de su no conformidad.

**Palabras clave:** Agua segura, Calidad, Físico químicos, Manantial, Microbiológico.

## ABSTRACT

The study aimed to evaluate the quality of water intended for human consumption from the Campanani and Jake Leche Phujo springs, located in the rural community of Cancharani, Puno (2025), in accordance with the Maximum Permissible Limits (MPL) established by Peruvian regulation D.S. No. 031-2010-SA. Water samples were collected following official sampling protocols to ensure representativeness and proper preservation, then transported to an accredited laboratory for physical-chemical, organoleptic, and microbiological analyses. Results indicate that the physical-chemical and organoleptic quality is generally acceptable: the Campanani spring meets all parameters, while Jake Leche Phujo shows deviations in pH (9.0) and turbidity (10.20 NTU). However, both springs present critical microbiological contamination, with concentrations of Total and Thermotolerant Coliforms far exceeding the MPL of 0.00 CFU/100 mL. In conclusion, the water quality of both springs demonstrates that they are not suitable for human consumption, as they surpass the Maximum Permissible Limits established in D.S. No. 031-2010-SA, with microbiological contamination being the decisive factor.

**Keywords:** Quality, Spring, P'hysicochemical, Microbiological, Water safety.

## INTRODUCCIÓN

El estudio sobre la calidad del agua de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno, se estructura en cuatro capítulos estrechamente articulados con el objetivo central de la investigación.

Capítulo I: Se plantea el problema de investigación, sustentado en información contextual y científica. Asimismo, se revisan antecedentes internacionales, nacionales y regionales, lo que permite definir con precisión los objetivos del trabajo.

Capítulo II: Se desarrolla el marco teórico y conceptual, incorporando definiciones y conceptos clave vinculados a la calidad del agua, junto con la normativa nacional vigente. Este capítulo culmina con la formulación de las hipótesis de estudio.

Capítulo III: Se describe la metodología aplicada, detallando el tipo de investigación, la zona de estudio, la población y muestra seleccionada, así como los procedimientos estadísticos empleados para garantizar la validez de los resultados.

Capítulo IV: Se presentan los resultados obtenidos y se realiza un análisis e interpretación exhaustiva de cada uno de ellos, en relación con los objetivos e hipótesis planteados.

Finalmente, el estudio concluye con un conjunto de conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis, orientadas a fortalecer las acciones de control y mejora de la calidad del agua destinada al consumo humano en el centro poblado de Cancharani.

## **CAPÍTULO I**

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

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A nivel mundial, la calidad del agua constituye una preocupación ambiental prioritaria a escala mundial, ya que su deterioro afecta directamente la salud humana, la seguridad alimentaria y el equilibrio ecológico. En este contexto, los riesgos de escasez y degradación de la calidad del agua en 304 ciudades con más de un millón de habitantes, encontrando que cerca del 90 % ya enfrentan problemas significativos relacionados con la calidad del recurso. Para 2050, entre el 88,8 % y el 99,7 % de las urbes podrían experimentar incrementos simultáneos en los riesgos de disponibilidad y contaminación, debido principalmente al crecimiento poblacional, el uso intensivo del suelo y las prácticas agrícolas inadecuadas. Estos resultados evidencian la urgencia de implementar políticas sostenibles de gestión hídrica y conservación de las fuentes naturales de agua, reafirmando la importancia de investigaciones locales orientadas a preservar este recurso esencial (Liu, 2024)

La contaminación de los ríos, cuencas y microcuencas constituye un problema ambiental de escala internacional, principalmente por las descargas domésticas e industriales sin tratamiento adecuado, que alteran los procesos naturales de autodepuración del agua. Este fenómeno no solo compromete la calidad del recurso hídrico, sino que también amenaza la salud humana, los ecosistemas acuáticos y el desarrollo económico local. En América Latina, por ejemplo, el río blanco en Brasil presenta altos niveles de contaminación por residuos domésticos e industriales, situación documentada por la

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2023), mientras que en Ecuador el río Babahoyo enfrenta serios problemas de deterioro de la calidad del agua debido a vertimientos agrícolas y urbanos, estas evidencias demuestran que la falta de gestión integral de vertidos y de tratamiento de aguas residuales continúa siendo una de las principales causas de degradación de los cuerpos de agua en la región (Pizharro, 2024).

En el Perú, la contaminación de los recursos hídricos se ha intensificado por el crecimiento urbano desordenado, la deforestación y las descargas no controladas de aguas residuales. Ríos como el Huallaga, el Ucayali y el Tumbes muestran altos niveles de deterioro ambiental debido al vertimiento continuo de residuos domésticos, agrícolas e industriales. Estas fuentes de agua, esenciales para el abastecimiento y las actividades productivas de comunidades locales, presentan incrementos preocupantes en la concentración de coliformes fecales, metales pesados y nutrientes que generan procesos de eutrofización. Según la Organización Panamericana de la Salud y la Autoridad Nacional del Agua, la contaminación hídrica en la Amazonía peruana y en la zona norte del país afecta directamente a la salud pública y reduce la disponibilidad de agua segura para consumo humano y agrícola, poniendo en evidencia la necesidad urgente de fortalecer los sistemas de tratamiento y monitoreo ambiental (Morante, 2024).

En el sur del Perú, la contaminación del agua superficial y subterránea se ha agravado por la disposición inadecuada de residuos sólidos y vertimientos domésticos sin tratamiento. En la cuenca del río Locumba y del río Caplina, en la región Tacna, diversos estudios han identificado procesos de infiltración de lixiviados provenientes de botaderos informales, los cuales alcanzan los acuíferos costeros y afectan la calidad del agua utilizada para riego y consumo humano. Investigaciones de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2022) y de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG, 2023) evidencian concentraciones elevadas de nitratos, cloruros y coliformes termotolerantes, vinculadas a la degradación de residuos orgánicos y a la filtración de lixiviados. Este fenómeno no sólo compromete los ecosistemas hídricos, sino que

también representa un riesgo sanitario significativo para las poblaciones cercanas, resaltando la urgencia de implementar sistemas de gestión integral de residuos y control de infiltraciones (Monteza, 2024).

Los cuerpos de agua muestran un avanzado proceso de degradación ambiental asociado al vertimiento de aguas residuales sin tratamiento, la minería artesanal y la expansión urbana no planificada. Entre los casos más críticos destacan el río Ramis en Puno, afectado por la actividad minera informal; el río Rímac en Lima, que recibe descargas domésticas e industriales; y el río Santa en Áncash, donde la contaminación minera y los residuos sólidos han reducido significativamente la calidad del agua. Estos problemas evidencian la ausencia de una gestión efectiva de cuencas y la falta de políticas sostenibles de tratamiento de efluentes. Informes recientes del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2023) y del Banco Mundial (2022) advierten que la contaminación hídrica afecta directamente a más del 25 % de la población peruana que depende de fuentes superficiales para consumo y riego, comprometiendo la seguridad hídrica y la salud pública (Mohit, 2024).

En la región de Puno, diversos estudios han evidenciado el deterioro progresivo de la calidad del agua debido a factores antrópicos asociados a la disposición inadecuada de residuos sólidos, la actividad minera y la falta de sistemas de saneamiento. Investigaciones recientes de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y universidades locales han identificado concentraciones elevadas de metales pesados como arsénico, plomo y cadmio en cuerpos de agua superficiales y subterráneos, afectando directamente las fuentes de abastecimiento de las comunidades rurales. Asimismo, los vertederos a cielo abierto ubicados en zonas periféricas urbanas generan infiltraciones que transportan lixiviados hacia las napas freáticas, comprometiendo la seguridad hídrica regional (Huaranca, 2024)

En el centro poblado de Cancharani, ubicado a unos 8 km de la ciudad de Puno, se encuentra el ex-botadero municipal que operó sobre aproximadamente 4.8 hectáreas hasta su clausura técnica. Diversas investigaciones han señalado que dicho vertedero

acumuló más de 600 000 toneladas de residuos y carecía de un revestimiento impermeable adecuado, lo que favoreció la infiltración de lixiviados hacia suelos y cuerpos de agua subterránea. Estos líquidos contaminantes fluyen a través del terreno y, dados los elevados niveles de precipitación y la presencia de manantiales próximos, existe una alta probabilidad de que el recurso hídrico subterráneo que alimenta los manantiales en el radio de influencia esté siendo comprometido. Esta situación pone en riesgo tanto la calidad del agua para consumo humano como la de los ecosistemas acuáticos adyacentes. Los estudios realizados en el botadero de Cancharani denuncian inadecuados controles de vertido, ausencia de cerco perimétrico y la circulación libre de lixiviados hacia áreas agrícolas y de pastoreo, lo cual evidencia la necesidad de medir el impacto real sobre los manantiales del sector.

#### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano según D.S N°031-2010-SA de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025?

#### **1.1.2. PROBLEMAS ESPÈCIFICOS**

- ¿Los parámetros Organolépticos del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 cumplirán con los LMP - D.S N°031-2010-SA?
- ¿Los parámetros químicos del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 cumplirán con los LMP - D.S N°031-2010-SA?
- ¿Los parámetros Microbiológicos del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 cumplirán con los LMP - D.S N°031-2010-SA?
- ¿Existirán diferencias significativas entre los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo del Centro Poblado de Cancharani, Puno 2025, en cuanto a los valores de sus parámetros Organolépticos, Químicos y Microbiológicos, respecto a los LMP - D.S. N° 031-2010-SA?

## 1.2. ANTECEDENTES

### 1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Dávalos (2024), evaluó la calidad físico-química de las aguas subterráneas y los procesos hidrogeoquímicos en un área próxima a un vertedero municipal: caso de la Cuenca del Valle de Toluca (México), tuvo como objetivo determinar la influencia del lixiviado generado por un vertedero sanitario sobre la calidad del agua subterránea. Se analizaron parámetros in situ (como pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto), además de concentraciones de bicarbonatos, fosfatos, cloruros, nitratos, sulfatos, amonio, y metales como calcio, magnesio, sodio y potasio. Los resultados mostraron alteraciones significativas en la calidad del agua, evidenciando la infiltración del lixiviado hacia el acuífero, y cambios en los procesos hidrogeoquímicos vinculados a la contaminación. Este trabajo destaca la necesidad de vigilancia constante de la calidad del agua subterránea en zonas afectadas por la disposición de residuos sólidos.

Avalos (2024), el estudio titulado Evaluación del impacto de la infiltración de lixiviados desde vertederos en el sistema de aguas subterráneas de Agu-Awka y sus alrededores, sureste de Nigeria» tuvo como objetivo investigar cómo los lixiviados provenientes de botaderos afectan la calidad del agua subterránea usando un enfoque integrado geotécnico, geoquímico y geofísico. Durante la investigación se determinó que los suelos de la zona tienen una conductividad hidráulica promedio de 0,011 cm/s y que los acuíferos presentan niveles elevados de metales pesados como mercurio (0,040-0,253 mg/L) y arsénico (0,004-0,218 mg/L), superando los límites de la World Health Organization para agua potable. Los resultados concluyen que la infiltración de lixiviados impacta significativamente los niveles de contaminación del agua subterránea, por lo que recomiendan ubicar vertederos en zonas con menor vulnerabilidad del acuífero y establecer un monitoreo estricto.

Bernal (2024), el estudio titulado Evaluación de la calidad del agua subterránea en las proximidades de un relleno sanitario en Medellín, Veracruz (México) tuvo como objetivo analizar la calidad de aguas subterráneas que rodean un vertedero sanitario municipal,

centrándose en parámetros físico-químicos como pH, conductividad eléctrica, turbidez, demanda química de oxígeno (DQO), fósforo total, nitratos y metales pesados (plomo y cadmio). Se muestrearon siete pozos durante las temporadas seca y de lluvias y los resultados mostraron que el 57 % de los pozos presentaban contaminación según los niveles de DQO, además de que las concentraciones de plomo y cadmio superan los límites máximos permitidos tanto a nivel nacional como internacional. Este trabajo evidencia la influencia directa de los lixiviados de botaderos en la calidad del agua subterránea y subraya la necesidad urgente de que las autoridades implementen monitoreos y sistemas de tratamiento de lixiviados en zonas vulnerables.

### **1.2.2. A NIVEL NACIONAL**

Agurto (2024), el estudio titulado «Análisis de la contaminación de las fuentes de aguas subterráneas por lixiviados del entorno del vertedero del km 22, Campo Verde – Ucayali» tuvo por objetivo diagnosticar la contaminación del agua subterránea de consumo humano en las inmediaciones del botadero ubicado en la carretera Federico Básadre km 22, distrito de Campo Verde. Se tomaron muestras de diez pozos georreferenciados, con análisis microbiológicos (20 muestras) y fisicoquímicos (140 muestras). Los resultados evidenciaron infiltración de lixiviados que afectan la calidad del agua subterránea, lo cual plantea un riesgo real para la salud de las poblaciones adyacentes. Este trabajo destaca la necesidad de implementar sistemas de monitoreo de lixiviados y de protección de acuíferos en entornos urbanos de botaderos.

Ccahuana (2024), en su estudio titulado «Evaluación y tratamiento de aguas subterráneas para uso industrial en el Cercado de Arequipa» tuvo por objetivo evaluar la calidad de las aguas subterráneas extraídas en el parque industrial del Cercado de Arequipa, analizando parámetros físico-químicos y microbiológicos en cuatro puntos de monitoreo (M-1 a M-4) para determinar su idoneidad para uso industrial. Los resultados muestran que los valores de arsénico (aproximadamente 0,0298-0,0306 mg/L), sodio (hasta 694 mg/L) e hierro (hasta 6,105 mg/L) superan los Límites Máximos Permisibles para consumo humano, y que los coliformes termotolerantes alcanzaron hasta  $2.4 \times 10^5$

NMP/100 mL. El estudio concluye que esas aguas no cumplen con la normativa vigente para consumo humano y propone tratamientos por cloración y ozonificación como alternativas para su adecuación.

Pineda (2024), el estudio titulado Plan de cierre y recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en el botadero de “San José” – Andahuaylas, Apurímac tuvo como objetivo proponer una metodología de cierre técnico y recuperación ambiental para el botadero municipal “San José”, considerando variables clave de riesgo como la compactación final, la cobertura hidráulica, y el sistema de manejo de lixiviados y escorrentías. A través de la evaluación de los elementos de infraestructura, flujo de lixiviados y su posible impacto en aguas superficiales y subterráneas, los resultados identificaron que los mayores riesgos ambientales estaban vinculados a la falta de impermeabilización, drenaje deficiente y ausencia de controles de lixiviados, priorizando estos para la intervención. Este trabajo enfatiza la necesidad de implementar planes de cierre, monitoreo de lixiviados y restauración ambiental en botaderos municipales, especialmente en zonas altoandinas vulnerables.

### **1.2.3. A NIVEL REGIONAL O LOCAL**

Paxi (2025), realizó el estudio titulado “Evaluación de la calidad del agua de los manantiales de la comunidad de Ccopamaya, distrito de Acora, Puno”, cuyo objetivo fue determinar la calidad físico-química y microbiológica del agua destinada al consumo humano. Se recolectaron muestras de tres manantiales durante la temporada seca, analizando parámetros como pH, conductividad eléctrica, turbidez, sólidos disueltos totales, cloruros, sulfatos, nitratos, dureza total y coliformes totales y fecales. Los resultados mostraron valores de pH entre 6.9 y 7.2, turbidez promedio de 4.5 NTU, conductividad eléctrica de 120  $\mu$ S/cm, cloruros de 12 mg/L, sulfatos de 15 mg/L y dureza total de 80 mg/L. Sin embargo, se detectó presencia de coliformes totales en el 60 % de las muestras, superando el límite máximo permisible establecido por el D.S. N.º 031-2010-SA. El estudio concluyó que, aunque los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de los límites establecidos, la presencia de contaminación

microbiológica indica la necesidad de implementar medidas de protección sanitaria en las fuentes de agua y promover la desinfección antes de su consumo.

Condori (2025), realizó el estudio titulado “Evaluación de la calidad del agua de los manantiales de la comunidad de Ccopamaya, distrito de Acora, Puno”, cuyo objetivo fue determinar la calidad físico-química y microbiológica del agua destinada al consumo humano. Se recolectaron muestras de tres manantiales durante la temporada seca, analizando parámetros como pH, conductividad eléctrica, turbidez, sólidos disueltos totales, cloruros, sulfatos, nitratos, dureza total y coliformes totales y fecales. Los resultados mostraron valores de pH entre 6.9 y 7.2, turbidez promedio de 4.5 NTU, conductividad eléctrica de 120  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , cloruros de 12 mg/L, sulfatos de 15 mg/L y dureza total de 80 mg/L. Sin embargo, se detectó presencia de coliformes totales en el 60 % de las muestras, superando el límite máximo permisible establecido por el D.S. N.º 031-2010-SA. El estudio concluyó que, aunque los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de los límites establecidos, la presencia de contaminación microbiológica indica la necesidad de implementar medidas de protección sanitaria en las fuentes de agua y promover la desinfección antes de su consumo.

Velasquez (2024), desarrolló el estudio titulado Determinación de la calidad del agua de los manantiales de la comunidad de Chimú, distrito de Puno, con el propósito de evaluar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano. Se tomaron muestras de tres manantiales durante los meses de junio y julio, realizándose parámetros como pH, temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, cloruros, sulfatos, nitratos, dureza total, y coliformes totales y fecales. Los resultados obtenidos mostraron un pH promedio de 7.15, turbidez de 3.8 NTU, conductividad eléctrica de 145  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , cloruros de 10.5 mg/L, sulfatos de 18 mg/L, dureza total de 95 mg/L, y presencia de coliformes totales en 2 de las 3 muestras analizadas. En general, la mayoría de los parámetros físico-químicos estuvieron dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el D.S. N.º 031-2010-SA; sin embargo, la presencia de coliformes totales sugiere contaminación microbiológica de origen fecal, lo que evidencia la necesidad de

mejorar las condiciones de protección sanitaria en los manantiales y promover el tratamiento previo del agua antes de su consumo.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la calidad del agua para consumo humano de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la concentración de los parámetros organolépticos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025.
- Determinar la concentración de los parámetros químicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025.
- Determinar la diferencia entre los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA.

## **CAPÍTULO II**

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

#### **2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

##### **2.1.1. MANANTIALES**

Los manantiales son afloramientos naturales de agua subterránea que emergen a la superficie terrestre como resultado del equilibrio hidrodinámico entre el nivel freático y la topografía del terreno. Representan uno de los recursos hídricos más importantes para el abastecimiento humano en zonas rurales, ya que suelen mantener un caudal constante y una calidad relativamente buena debido a los procesos naturales de filtración que ocurren en el subsuelo. Sin embargo, su composición físico-química y microbiológica depende de diversos factores, como la geología del acuífero, el tipo de suelo, las precipitaciones y la influencia de actividades antropogénicas cercanas. Cuando las fuentes están desprotegidas o expuestas a contaminación superficial, pueden presentar riesgos sanitarios asociados a la presencia de bacterias, metales pesados o compuestos orgánicos. Por ello, el monitoreo y la gestión sostenible de los manantiales resultan esenciales para garantizar la disponibilidad de agua segura y preservar el equilibrio ecológico de los ecosistemas que dependen de ellos (Urteaga, 2023).

##### **2.1.2. CALIDAD DE AGUA**

La calidad del agua se define como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que determinan su aptitud para un uso específico, ya sea para consumo humano, agrícola o recreativo. Estos parámetros permiten identificar el grado de pureza o contaminación del recurso, reflejando la interacción entre factores naturales y actividades

humanas. Una buena calidad del agua es esencial para la salud pública, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico de una comunidad (Paniagua, 2024).

### **2.1.3. AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO**

El agua destinada al consumo humano es aquella que, tras cumplir con los requisitos de calidad establecidos por las normas sanitarias nacionales e internacionales, puede ser ingerida o utilizada en la preparación de alimentos sin representar riesgo para la salud. Su calidad debe garantizar la ausencia de microorganismos patógenos, sustancias químicas tóxicas y cualquier componente que pueda afectar el bienestar de la población. Este tipo de agua no solo debe cumplir parámetros físico-químicos y microbiológicos adecuados, sino también mantener características organolépticas aceptables, como sabor, olor y color. La provisión de agua segura constituye un pilar fundamental de la salud pública y del desarrollo sostenible, ya que una deficiente gestión o tratamiento puede provocar enfermedades gastrointestinales, intoxicaciones crónicas y otros impactos negativos en la comunidad. Por ello, la vigilancia continua de la calidad del agua de consumo y la implementación de medidas preventivas resultan esenciales para garantizar la seguridad sanitaria y la protección del recurso hídrico frente a posibles fuentes de contaminación (Fernandez, 2025).

### **2.1.4. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA**

Las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua constituyen indicadores esenciales para evaluar su calidad y determinar su aptitud para el consumo humano o uso ambiental. Los parámetros fisicoquímicos comprenden aspectos como el pH, la conductividad eléctrica, la turbidez, la temperatura, los sólidos disueltos, la presencia de iones (como cloruros, sulfatos, nitratos y metales pesados) y otros compuestos que influyen en la composición y estabilidad del recurso hídrico. Estas variables reflejan tanto las condiciones naturales del entorno como los posibles aportes de origen antrópico. Por su parte, las características microbiológicas permiten identificar la presencia de microorganismos patógenos o indicadores de contaminación fecal, como *Escherichia coli* y coliformes totales, cuya detección evidencia riesgos sanitarios directos. La evaluación

conjunta de estos parámetros es fundamental para garantizar la seguridad del agua, prevenir enfermedades de transmisión hídrica y orientar políticas de saneamiento y protección de fuentes naturales (Torres, 2023).

#### **2.1.4.1 Parámetros Físicos**

##### **a. Color**

El color del agua es una característica organoléptica que refleja su pureza y estado natural. En condiciones ideales, el agua destinada al consumo humano debe ser incolora; sin embargo, puede presentar tonalidades amarillentas, pardas o verdosas debido a la presencia de materia orgánica disuelta, minerales como hierro y manganeso, o compuestos derivados de la descomposición vegetal y la actividad humana. El color puede clasificarse en color verdadero, cuando se debe a sustancias disueltas, y color aparente, cuando está influido además por partículas en suspensión. Este parámetro no solo afecta la percepción estética del agua, sino que también puede indicar contaminación o procesos de oxidación en la fuente. Por ello, el monitoreo del color constituye un elemento clave en la evaluación de la calidad del agua, ya que valores elevados pueden alterar la aceptabilidad del recurso y comprometer su seguridad sanitaria (Fuentes, 2024).

##### **b. Turbidez**

La turbidez del agua es un parámetro físico que mide el grado de dispersión de la luz causado por partículas suspendidas y coloidales presentes en el líquido, como arcillas, limos, materia orgánica, microorganismos y otros sólidos finos. Un valor elevado de turbidez puede indicar contaminación o un proceso de erosión y escorrentía superficial que arrastra materiales hacia las fuentes de agua. Además de afectar el aspecto visual y la aceptabilidad del recurso, la turbidez puede reducir la eficacia de los procesos de desinfección, al proteger a los microorganismos patógenos de los agentes químicos utilizados en el tratamiento. Por estas razones, su control es fundamental para garantizar la potabilidad y la seguridad sanitaria del agua destinada al consumo humano. La medición de este parámetro se expresa en unidades nefelométricas de turbidez (NTU) y

es un indicador clave en los programas de vigilancia y gestión de la calidad del agua (Cori, 2024).

### **c. Conductividad**

La conductividad eléctrica del agua es un parámetro fisicoquímico que mide su capacidad para conducir corriente eléctrica, la cual depende directamente de la concentración de iones disueltos —principalmente sales minerales como cloruros, sulfatos, carbonatos, sodio, calcio y magnesio— presentes en la muestra. Este indicador permite evaluar el grado de mineralización y, por tanto, la calidad química del agua. Valores elevados de conductividad pueden reflejar procesos de contaminación por vertimientos domésticos, agrícolas o industriales, mientras que valores muy bajos pueden indicar una escasa presencia de nutrientes esenciales. La medición de la conductividad se expresa en microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y resulta fundamental en los estudios de calidad del agua, ya que permite inferir la salinidad y estimar posibles impactos en el consumo humano, la agricultura y los ecosistemas acuáticos (Rahit, 2024).

### **d. Sólidos Totales Disueltos**

Los Sólidos Totales Disueltos (STD) representan la cantidad total de sustancias minerales, orgánicas y salinas disueltas en el agua, tales como carbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, sodio, calcio, magnesio y potasio. Este parámetro es un indicador importante del grado de mineralización y de la pureza química del agua, influyendo directamente en su sabor, potabilidad y uso potencial. Un nivel moderado de sólidos disueltos es natural y no necesariamente perjudicial; sin embargo, concentraciones elevadas pueden alterar las propiedades organolépticas del agua, reducir su aceptación para el consumo humano y afectar el crecimiento de cultivos o la eficiencia de procesos industriales. Los STD se expresan en miligramos por litro ( $\text{mg}/\text{L}$ ) y su monitoreo permite identificar posibles fuentes de contaminación difusa o puntual, como infiltraciones de aguas residuales, lixiviados o descargas industriales. La evaluación de este parámetro resulta esencial para asegurar la sostenibilidad y calidad de los recursos hídricos (Pillo, 2024).

#### 2.1.4.2 Parámetros Químicos

##### a. Potencial hidrógeno (pH)

El potencial de hidrógeno (pH) es un parámetro fisicoquímico fundamental que indica el grado de acidez o alcalinidad del agua, expresado en una escala que varía de 0 a 14. Este valor depende de la concentración de iones de hidrógeno ( $H^+$ ) presentes en la solución: un pH de 7 representa una condición neutra, valores menores a 7 indican acidez y mayores a 7 reflejan alcalinidad. El pH influye significativamente en las reacciones químicas, la solubilidad de metales y la actividad biológica del agua. En los sistemas naturales, puede verse afectado por factores como la composición geológica, la descomposición de materia orgánica, la presencia de dióxido de carbono y la contaminación por vertimientos domésticos o industriales. Para el agua destinada al consumo humano, los estándares nacionales e internacionales establecen rangos óptimos que garantizan su estabilidad química y compatibilidad con el organismo. El control del pH es esencial, ya que valores extremos pueden alterar el sabor del agua, dañar las redes de distribución y afectar la eficacia de los procesos de potabilización (Estado, 2024)

##### b. Cloruros

Los cloruros ( $Cl^-$ ) son iones inorgánicos que se originan principalmente de la disolución de sales naturales, como la halita ( $NaCl$ ), y de diversas fuentes antrópicas, entre ellas las descargas domésticas, infiltraciones de aguas residuales, escorrentías agrícolas o vertimientos industriales. Su concentración en el agua constituye un parámetro fisicoquímico esencial para evaluar la calidad y el grado de salinización del recurso. Niveles moderados son comunes en aguas naturales; sin embargo, concentraciones elevadas pueden modificar el sabor, incrementar la corrosividad del agua sobre tuberías metálicas y, en casos extremos, representar un riesgo para la salud humana. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), el límite máximo recomendable de cloruros en agua potable es de 250 mg/L. Por ello, su monitoreo resulta fundamental para

identificar la influencia de actividades humanas y procesos geológicos, contribuyendo a la gestión sostenible y al control de la potabilidad del agua (Granda, 2024).

### **c. Sulfatos**

Son iones inorgánicos presentes de manera natural en las aguas superficiales y subterráneas, originados por la disolución de minerales como la yeso ( $\text{CaSO}_4$ ) y la anhidrita, así como por aportes antrópicos provenientes de vertimientos industriales, fertilizantes y aguas residuales. Su concentración constituye un parámetro fisicoquímico importante para evaluar la calidad del agua, ya que niveles elevados pueden generar efectos adversos en la salud humana, como diarreas o alteraciones gastrointestinales, y afectar el sabor y la aceptabilidad del agua. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), los sulfatos en agua potable no deben superar los 250 mg/L. El monitoreo de este parámetro permite identificar la influencia de procesos naturales y actividades humanas, y constituye un indicador clave para la gestión sostenible de los recursos hídricos y la potabilidad del agua (Lopez, 2023).

### **d. Dureza Total**

La dureza total del agua se refiere a la concentración de iones presentes, principalmente calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), que afectan sus propiedades químicas y su interacción con jabones y detergentes. Este parámetro fisicoquímico es un indicador de la mineralización del agua y refleja la influencia de la geología del acuífero o de fuentes superficiales por las que circula. Aguas con dureza moderada son generalmente aptas para el consumo humano y para usos domésticos; sin embargo, niveles elevados pueden provocar incrustaciones en tuberías, reducir la eficiencia de los sistemas de calefacción y afectar procesos industriales. La medición de la dureza se expresa en miligramos por litro (mg/L) de  $\text{CaCO}_3$  equivalente, y su control es importante para garantizar la aceptabilidad del agua y prevenir posibles impactos negativos sobre la infraestructura y la salud de los consumidores (Hanna, 2024).

### **e. Nitratos**

Son compuestos inorgánicos presentes en el agua como resultado de procesos naturales, como la descomposición de materia orgánica y la lixiviación de suelos ricos en nitrógeno, así como de actividades antrópicas, incluyendo el uso de fertilizantes agrícolas, aguas residuales y vertimientos industriales. Su concentración es un parámetro fisicoquímico fundamental para evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano, ya que niveles elevados pueden causar efectos adversos para la salud, como la metahemoglobinemia en lactantes y trastornos metabólicos en adultos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), el límite máximo permisible de nitratos en agua potable es de 50 mg/L. La monitorización de este parámetro permite identificar la influencia de fuentes de contaminación difusa y puntual, constituyéndose en un indicador clave para la gestión sostenible de los recursos hídricos y la protección de la salud pública (Fraga, 2024)

#### **2.1.4.3 Parámetros microbiológicos**

##### **a. Coliformes Totales**

Los coliformes totales son un grupo de bacterias indicadoras de contaminación de origen fecal y ambiental presentes en el agua. Su detección no significa necesariamente la presencia de patógenos, pero sí indica posibles riesgos sanitarios, ya que su presencia sugiere que otras bacterias dañinas podrían estar presentes. Este parámetro microbiológico es fundamental para evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano, ya que permite identificar fuentes de contaminación provenientes de aguas residuales, infiltraciones de animales o desechos sólidos. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) establece que para que el agua sea considerada segura, no debe contener coliformes totales en 100 mL de muestra. El monitoreo regular de este indicador es esencial para prevenir enfermedades de transmisión hídrica y garantizar la seguridad sanitaria del recurso hídrico (Tourist, 2023).

## b. Coliformes fecales

Los coliformes fecales son un subgrupo de bacterias indicadoras que se encuentran específicamente en el intestino de seres humanos y animales de sangre caliente. Su presencia en el agua indica contaminación reciente por materia fecal y, por ende, un alto riesgo de transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras infecciones. Este parámetro microbiológico es crítico para evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano, ya que permite detectar la posible presencia de patógenos como Salmonella, Shigella y virus entéricos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), el agua potable no debe contener coliformes fecales en 100 mL de muestra. La medición y control de este indicador son esenciales para garantizar la seguridad sanitaria, prevenir brotes de enfermedades y orientar la implementación de medidas correctivas en fuentes de agua susceptibles a contaminación (Vargas, 2016).

### 2.1.5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE

**Tabla 01:** Límites Máximos Permisibles(LMP)

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
Conductividad	$\mu\text{mho/cm}$	1500
Sólidos totales disueltos	$\text{mgL}^{-1}$	1000
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Cloruros	$\text{mg Cl-L}^{-1}$	250
Sulfatos	$\text{mg SO}_4 = \text{L}^{-1}$	250
Dureza Total	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	500
Nitratos	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	50
coliformes totales	UFC/100 mL	UFC/100 mL a 35°C
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	UFC/100 mL a 35°C

UCV: Unidad de color verdadero.

UNT: Unidad nefelométricas de turbiedad.

UFC = Unidad Formadora de Colonias.

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

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **Agua subterránea**

El agua es un recurso natural esencial para la vida, presente en la superficie terrestre en ríos, lagos, glaciares y océanos, así como en la atmósfera y en los organismos vivos. Su importancia radica no solo en el consumo humano directo, sino también en su papel en la agricultura, la industria y el mantenimiento de los ecosistemas. Desde el punto de vista químico, el agua es un compuesto formado por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O), con propiedades únicas como su alta capacidad de disolución, cohesión, adhesión y su comportamiento térmico estable (Nolasco, 2020)

### **Agua tratada**

El agua tratada es aquella que ha sido sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos con el fin de eliminar o reducir contaminantes y microorganismos que puedan representar un riesgo para la salud humana. Este tratamiento asegura que el agua cumpla con los estándares de calidad establecidos por normas nacionales e internacionales para consumo humano, garantizando su potabilidad. Los procesos de tratamiento pueden incluir filtración, coagulación, sedimentación, desinfección y ajustes de pH, entre otros, dependiendo del origen y características del agua. El acceso a agua tratada es fundamental para prevenir enfermedades de transmisión hídrica, proteger la salud pública y garantizar el abastecimiento seguro en comunidades urbanas y rurales. Además, el monitoreo constante de sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos permite mantener la calidad del recurso y evitar riesgos asociados a su contaminación posterior (Aliaga , 2017)

## **Calidad del agua**

La calidad del agua se refiere al conjunto de características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas que determinan su aptitud para un uso específico, como el consumo humano, la agricultura, la industria o la conservación de ecosistemas acuáticos. Esta calidad depende de factores naturales, como la geología del área, la composición del suelo y la hidrología, así como de actividades humanas, incluyendo vertimientos domésticos, industriales y agrícolas. Evaluar la calidad del agua implica analizar parámetros como pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, cloruros, sulfatos, nitratos y la presencia de microorganismos indicadores de contaminación, como coliformes totales y fecales. Mantener estándares adecuados de calidad es esencial para prevenir enfermedades, garantizar la seguridad sanitaria, proteger los ecosistemas y promover el uso sostenible del recurso hídrico (Chuquiruna, 2022)

## **Condiciones de agua segura**

El agua segura es aquella que cumple con criterios de calidad que garantizan su consumo sin riesgo para la salud humana. Para considerarse segura, debe estar libre de contaminantes microbiológicos, químicos y físicos que puedan causar enfermedades o efectos adversos a corto o largo plazo. Entre las condiciones esenciales se incluyen la ausencia de microorganismos patógenos como coliformes fecales, niveles de metales pesados dentro de los límites establecidos, parámetros físico-químicos adecuados (pH, turbidez, conductividad, sólidos disueltos) y características organolépticas aceptables, como color, olor y sabor. Mantener estas condiciones requiere la protección de las fuentes de agua, el monitoreo constante de los parámetros de calidad y la aplicación de tratamientos apropiados. Garantizar agua segura es fundamental para prevenir enfermedades transmitidas por el agua, preservar la salud pública y promover un desarrollo sostenible de las comunidades (Segura, 2022)

### **Límite Máximo Permissible (LMP)**

El Límite Máximo Permissible (LMP) es el valor máximo establecido para la concentración de contaminantes físicos, químicos o microbiológicos en el agua destinada al consumo humano, de manera que su ingesta no represente riesgos para la salud. Estos límites son determinados por organismos nacionales e internacionales, basándose en estudios científicos sobre toxicidad, exposición humana y efectos crónicos o agudos de los contaminantes. Los LMP permiten evaluar si un recurso hídrico es apto para el consumo, orientar la implementación de medidas de tratamiento y garantizar la protección de la salud pública. Su aplicación constituye una herramienta esencial en la gestión y regulación de la calidad del agua, asegurando que los niveles de sustancias como metales pesados, nitratos, cloruros o microorganismos patógenos se mantengan dentro de rangos seguros para la población ([Burgos, 2022](#)).

### **Lixiviación**

La lixiviación es el proceso mediante el cual sustancias solubles, como sales, compuestos químicos o contaminantes, son transportadas por el agua a través del suelo hasta alcanzar acuíferos o cuerpos de agua subterráneos. Este fenómeno puede ocurrir de manera natural, por la infiltración de agua de lluvia, o por acción antrópica, como el vertido de residuos sólidos en botaderos o la aplicación de fertilizantes en la agricultura. La lixiviación representa un mecanismo crítico de contaminación de los recursos hídricos, ya que los lixiviados pueden contener metales pesados, materia orgánica y microorganismos patógenos que deterioran la calidad del agua. Su comprensión y control son esenciales para la gestión ambiental y la protección de los manantiales y acuíferos, asegurando la disponibilidad de agua potable y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos ([Chullo, 2023](#)).

### **2.3. MARCO NORMATIVO**

- Constitución Política del Perú (1993)
- Ley General de Salud - Ley N° 26842, el presente Reglamento tiene como objeto la gestión de la calidad del agua, la vigilancia sanitaria del agua, el control y supervisión

de la calidad del agua respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

- Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031- 2010-SA

## **2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

- La calidad del agua de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025, no es apta para consumo humano según (D.S. N° 031-2010-SA).

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Los parámetros Organolépticos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 no cumplen con los LMP - D.S N°031-2010-SA.
- Los parámetros químicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 no cumplen con los LMP - D.S N°031-2010-SA.
- Los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 no cumplen con los LMP - D.S N°031-2010-SA.
- La diferencia entre los manantiales Campanani y Jake Leche Pujo Del Centro Poblado de Cancharani, Puno 2025 en cuanto a los parámetros Organolépticos, Químicos y Microbiológicos, respecto a los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA, no son significativas.

## CAPÍTULO III

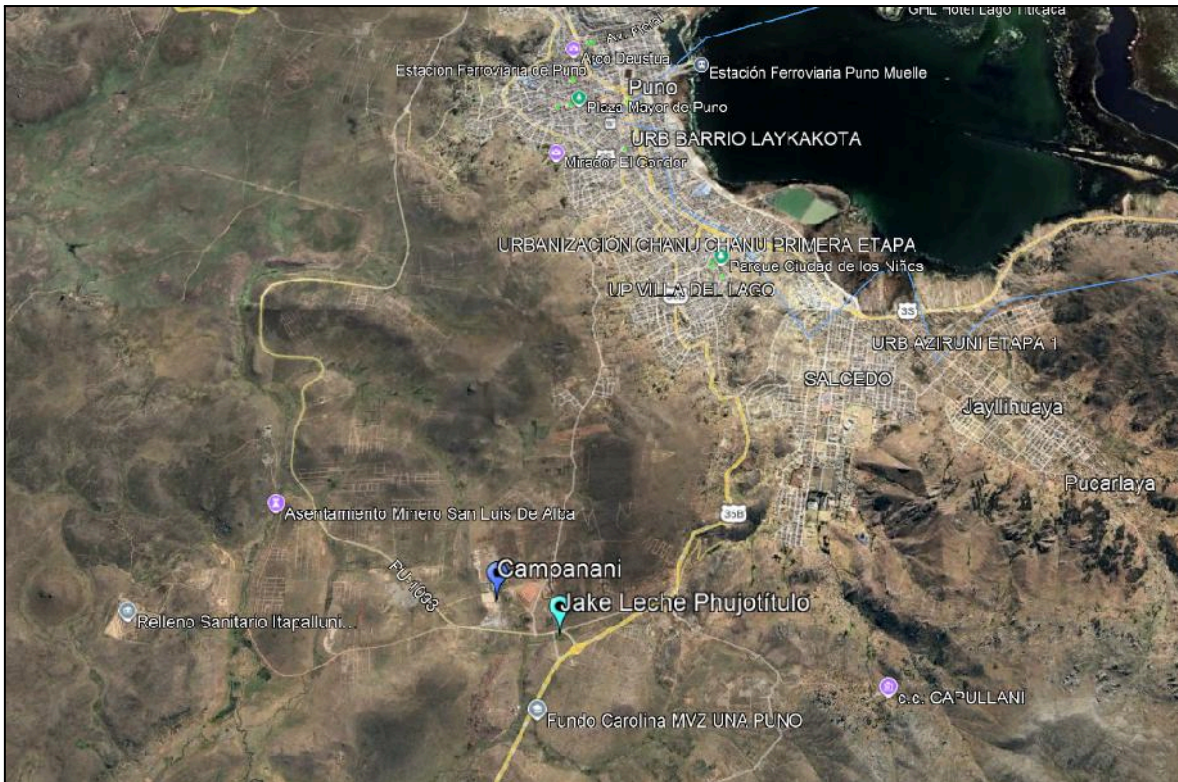
### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

La investigación se desarrolló en la zona alta del distrito de Puno, perteneciente a la provincia y región de Puno, dentro del rango geográfico comprendido entre las coordenadas 15°55'22.2"S 69°53'11.3"W y 15°55'30.8"S 69°53'16.6"W. La comunidad evaluada obtuvo el recurso hídrico de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo, localizados a una altitud promedio de 3,826 m s. n. m. El clima característico de la zona fue predominantemente frío, con temperaturas que variaron entre 4 °C durante la estación de invierno y hasta 20 °C en verano, registrándose una temperatura media anual de aproximadamente 8 °C.

Asimismo, las precipitaciones se concentraron en periodos específicos del año, alcanzando valores anuales entre 400 y 527 mm. Esta dinámica climática incidió directamente en el caudal de los manantiales, en la disponibilidad del recurso hídrico y en las características del relieve y de los ecosistemas circundantes. La comprensión de estas condiciones ambientales resultó fundamental para analizar su influencia sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua utilizada por la comunidad, así como para sustentar las estrategias de manejo y protección de los recursos hídricos propuestas en el estudio.

- Coordenada manantial Campanani : [15°55'22.2"S 69°53'11.3"W](#)
- Coordenada manantial Jake Leche Phujo : [15°55'30.8"S 69°53'16.6"W](#)



**Figura 01:** Localización de la zona objeto de análisis

**Fuente:** Google Earth Pro

### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

#### 3.2.1. POBLACIÓN

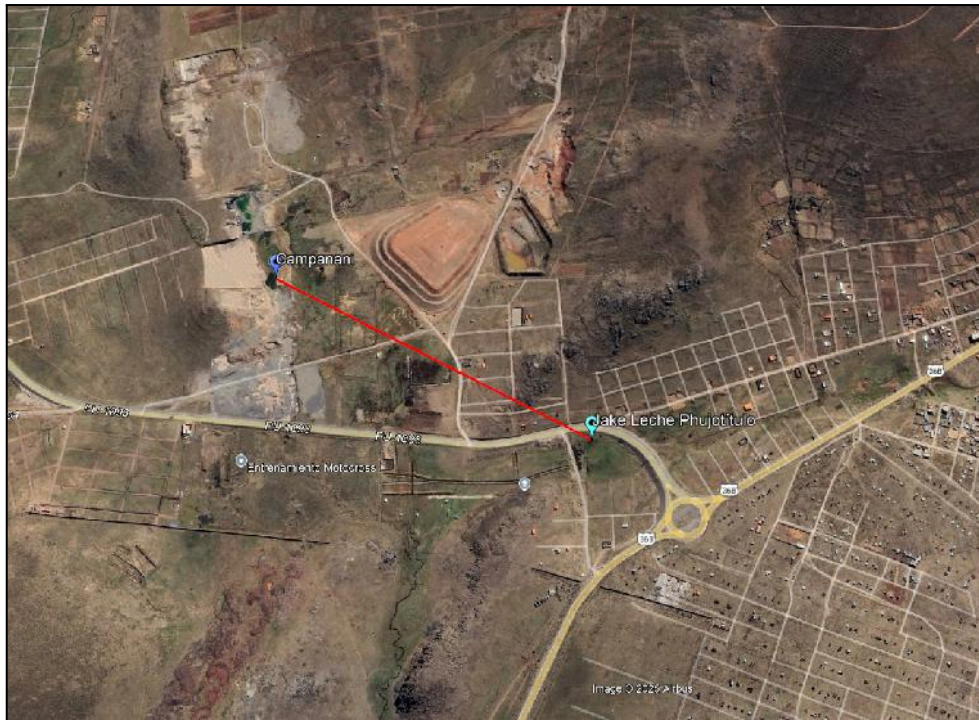
La población objeto de estudio obtuvo su suministro hídrico a partir de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo, los cuales constituyeron la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la comunidad. Estos manantiales, ubicados en la zona alta del distrito de Puno, en la provincia y región de Puno, representaron los puntos estratégicos de captación del recurso hídrico empleado para satisfacer las necesidades de consumo humano de los habitantes de la localidad. Su importancia radicó no solo en la provisión directa de agua, sino también en su influencia sobre la dinámica socioambiental del área de estudio, razón por la cual fueron considerados elementos clave en la caracterización y evaluación desarrollada en la investigación.

### 3.2.2. MUESTRA

Para el presente estudio, se seleccionaron como fuentes representativas de agua los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo. En cada uno de estos puntos se recolectó una muestra de 1000 ml, siguiendo protocolos estandarizados que garantizaron la integridad y confiabilidad de las muestras. Este procedimiento permitió aplicar un enfoque científico riguroso, manteniendo a la vez una logística práctica que aseguró la obtención de datos precisos sobre la calidad del agua sin exceder la capacidad analítica disponible.

**Tabla 02:** Coordenadas de los puntos de captación de agua

Punto de captación			Punto de captación		
Muestra	UTM	Volumen	Muestra	UTM	Volumen
Campanani	<b><u>15°55'22.2"S</u></b>	1000 ml	Jake Leche	<b><u>15°55'30.8"S</u></b>	1000 ml
	<b><u>69°53'11.3"W</u></b>		Phujo	<b><u>69°53'16.6"W</u></b>	
<b>TOTAL</b>	2000 ml				



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

**Fuente:** Google Earth Pro

### 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

#### Tipo de investigación:

Descriptivo comparativo

#### Diseño de investigación

No experimental - Transversal o Sincrónica

#### 3.3.1. MÉTODO DE MUESTREO DE AGUA

En este estudio se siguió cuidadosamente el protocolo establecido por la RD-160-2015/DIGESA/SA para todo el proceso de muestreo: desde la toma y preservación del agua, hasta su transporte, almacenamiento y recepción en el laboratorio. Gracias a ello, las muestras obtenidas de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo fueron recolectadas de manera ordenada y segura, procurando en todo momento que no se alterarán sus características originales.

Aplicar este protocolo permitió trabajar con un procedimiento claro y bien definido. Se utilizaron recipientes esterilizados, se mantuvo la cadena de frío durante el traslado y se

registró cada paso realizado, lo que ayudó a asegurar que las muestras llegarán en condiciones óptimas para su análisis. De este modo, los resultados obtenidos reflejan con fidelidad la calidad real del agua que consume la comunidad, aportando información confiable para comprender su situación y apoyar futuras decisiones sobre la protección del recurso hídrico.

#### **a) Procedimiento para la toma de muestras**

Para la toma de muestras se utilizaron recipientes estériles de polipropileno de boca ancha. Cada frasco se sumergió con cuidado entre 15 y 25 cm bajo la superficie del agua en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo, procurando siempre evitar la capa superficial que pudiera estar alterada por el viento o por partículas externas. Se buscó también el contacto con las paredes del afloramiento, lo que permitió obtener un agua más representativa del flujo real del manantial. Durante esta tarea se aplicaron protocolos internacionales de muestreo limnológico, siguiendo técnicas asépticas y registrando en campo cada detalle que pudiera influir en el comportamiento del agua, como la temperatura del ambiente, la luminosidad y el estado físico de la fuente.

Antes de llenar los frascos, estos fueron enjuagados tres veces con agua del propio manantial. Este paso, aunque sencillo, fue clave para eliminar cualquier residuo que pudiera alterar los resultados, y permitió que cada muestra refleje fielmente las condiciones del recurso en el momento de la recolección. Una vez asegurados los frascos, las muestras fueron ubicadas en coolers térmicos que mantuvieron una temperatura controlada de  $4 \pm 2$  °C. Para prevenir golpes durante el trayecto, se colocaron separadores de espuma y se realizó un seguimiento constante de la temperatura, asegurando que ésta no variará más de lo permitido.

Cada muestra recibió un código único que permitió identificarla claramente. En las etiquetas se consignó la fecha y la hora exacta de recolección, la ubicación geográfica con coordenadas UTM, el nombre del responsable y observaciones puntuales sobre cualquier particularidad observada en el manantial durante la toma. Este registro minucioso facilitó el análisis posterior y dio orden y trazabilidad a todo el proceso.

Finalmente, las muestras fueron llevadas a un laboratorio certificado y analizadas dentro de las primeras 24 horas posteriores a su recolección. Este cumplimiento estricto del tiempo permitió asegurar que los resultados reflejaran con precisión la calidad real del agua en el momento del muestreo, brindando información confiable para la evaluación de los manantiales y para la interpretación integral del estudio.

### **3.3.2. MÉTODOS DE LABORATORIO**

Para el desarrollo del estudio se consideraron como marco técnico–normativo la NTP 214.005:1987 Agua Potable. Toma de Muestra, que establece los procedimientos nacionales para la recolección adecuada de muestras destinadas al análisis organoléptico, químico y microbiológico, y el D.S. N.º 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, el cual define los parámetros, límites máximos permisibles y criterios sanitarios que debe cumplir el agua destinada al consumo humano en el Perú. La aplicación conjunta de estas dos normativas permitió garantizar que el proceso de muestreo se realizará de manera estandarizada y que la interpretación de los resultados se efectuará conforme a los requisitos de calidad establecidos a nivel nacional.

### **3.3.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO**

El análisis se llevó a cabo siguiendo las disposiciones establecidas en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

**Tabla 03:** Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua potable.

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
Conductividad (CE)	$\mu\text{mho/cm}$	1500
Sólidos Totales Disueltos	$\text{mgL}^{-1}$	1000
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Cloruros	$\text{mg Cl-L}^{-1}$	250
Sulfatos	$\text{mg SO}_4 = \text{L}^{-1}$	250
Dureza Total	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	500
Nitratos	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	50
Coliformes Totales	UFC/100 mL	UFC/100 mL a 35°C
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	UFC/100 mL a 35°C

UCV: Unidad de color verdadera

UNT: Unidad nefelométricas de turbiedad.

UFC = Unidad Formadora de Colonias

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

### 3.3.4. MATERIALES

#### Fase de campo

Para dar inicio al proceso de muestreo en los manantiales, el primer paso consistirá en disponer de todos los materiales e instrumentos requeridos, los cuales incluyen:

- Frascos estériles de vidrio o PE
- Botellas plásticas de 1 L
- Movilidad
- Envases
- Guantes de látex/nitrilo

- Mandil
- Baterías de repuesto
- Cuaderno de apuntes
- Hielera con acumuladores de frío
- Agua destilada 1 Litro
- Rotulador indeleble y etiquetas
- GPS o mapa georreferenciado
- Cámara Fotográfica
- Laptop I7 7MA Gen
- Termómetro portátil

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 04:** Operacionalización de variables de la investigación

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Variable independiente</b>  Manantiales	Organoléptica	Color
		Turbiedad
		CE
		Sólidos totales disueltos
	Química	pH
		Cloruros
		Sulfatos
		Dureza total
		Nitratos
		Microbiológica
Coliformes fecales		
<b>Variable dependiente</b>	Calidad del Agua	Buena

Calidad del agua, según D.S.

Regular

N° 031-2010-SA.

Mala

---

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO DE CANCHARANI, PUNO 2025

##### 4.1.1. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES CAMPANANI Y JAKE LECHE PHUJO, EN RELACIÓN A LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)

Para evaluar las características organolépticas, químicas y microbiológicas del agua de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo, se recolectó una muestra en cada afloramiento, asegurando que ambas representaran adecuadamente las condiciones reales del recurso hídrico disponible para la población. En cada punto de muestreo se consideraron los parámetros definidos en el estudio, como el color, la turbiedad, el pH, la conductividad eléctrica, los sólidos totales disueltos, los cloruros, los sulfatos y los nitratos, además de los indicadores microbiológicos de coliformes totales y coliformes fecales. Luego de la toma, las muestras fueron conservadas bajo condiciones adecuadas y trasladadas para su análisis siguiendo los protocolos establecidos. Los resultados obtenidos fueron organizados y sistematizados de acuerdo con la metodología planteada, permitiendo una interpretación precisa en función de los límites máximos permisibles establecidos para el agua destinada al consumo humano.

**Tabla 05:** Concentración de los parámetros Organolépticos y químicos de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo.

<b>Resultados de los parámetros organolépticos y químicos por manantial</b>					
<b>Manantial</b>			<b>Campanani</b>	<b>Jake Leche Phujo</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>			
1	<b>Color</b>	Pt/Co	<5		<5
	<b>Conductivi</b>				
2	<b>dad</b>	µS/cm	185,2		400,3
	<b>Eléctrica</b>				
3	<b>pH</b>	Und . pH	8,1		9,0
4	<b>Cloruros</b>	meq/L	0,02		1,02
5	<b>Sulfatos</b>	meq/L	2,43		1,25
	<b>Sólidos</b>				
6	<b>Totales</b>	mg/L	94,0		71,0
	<b>Disueltos</b>				
8	<b>Nitratos</b>	meq/L	5,09		1,83
9	<b>Turbiedad</b>	NTU	0,18		10,20
	<b>Dureza</b>				
10	<b>Total</b>	mg/L	84,86		70,30

Los resultados muestran diferencias importantes entre ambos manantiales: aunque Campanani y Jake Leche Phujo presentan color menor a 5 Pt/Co, evidenciando aguas

claras, la turbiedad marca el contraste más relevante, siendo muy baja en Campanani (0,18 NTU) y elevada en Jake Leche Phujo (10,20 NTU). En cuanto a la mineralización, Jake Leche Phujo registra mayor conductividad eléctrica (400,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), pH más alcalino (9,0) y un contenido de cloruros significativamente superior (1,02 meq/L) en comparación con Campanani (185,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; pH 8,1; cloruros 0,02 meq/L). Por su parte, Campanani presenta concentraciones más altas de sulfatos (2,43 meq/L), nitratos (5,09 meq/L) y sólidos totales disueltos (94 mg/L) respecto a Jake Leche Phujo (1,25; 1,83 meq/L; 71 mg/L, respectivamente), así como mayor dureza (84,86 frente a 70,30 mg/L). En conjunto, Campanani muestra agua más transparente pero con mayor presencia de algunos aniones, mientras que Jake Leche Phujo evidencia mayor mineralización iónica y turbiedad.

**Tabla 06:** Concentración de los parámetros microbiológicos de los Manantiales Campanani y Jake Leche Phujo.

<b>Resultados de los parámetros microbiológicos por manantial</b>				
<b>Manantial</b>			<b>Campanani</b>	<b>Jake Leche Phujo</b>
<b>Ítem</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>		
<b>1</b>	<b>Coliformes Totales</b>	UFC/100 mL	120,00	200,00
<b>2</b>	<b>Coliformes Termotolerantes</b>	UFC/100 mL	2,00	9,00

Los resultados microbiológicos de la Tabla 06 muestran diferencias claras entre ambos manantiales. En Campanani se observaron valores más bajos, con 120 UFC/100 mL de coliformes totales y 2 UFC/100 mL de coliformes termotolerantes, lo que indica una menor presencia de contaminación biológica. En cambio, en Jake Leche Phujo los resultados fueron más elevados, alcanzando 200 UFC/100 mL de coliformes totales y 9 UFC/100 mL de coliformes termotolerantes, lo que sugiere una mayor exposición a

fuentes externas de contaminación, posiblemente por escurrimientos, animales o el propio entorno del afloramiento. Aunque ambos manantiales presentan presencia de microorganismos, Campanani muestra condiciones más favorables; sin embargo, los dos requieren medidas de protección y un monitoreo constante para asegurar que el agua que utiliza la población mantenga una calidad adecuada y segura.

**Tabla 07:** Comparación de la concentración de los parámetros del manantial Campanani con los LMP D.S N°031- 2010-SA.

<b>Comparación de la concentración media de los parámetros del manantial Campanani</b>				
<b>Campanani</b>				
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Concentración</b>	<b>LMP</b>	<b>Valora ción</b>
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>				
Color		5	15	Cumple
Conductividad (CE)	μS/cm	185,2	1500	Cumple
pH	Und . pH	8,1	6,5 a 8,5	Cumple
Cloruros Cl	meq/L	0,02	250	Cumple
Sulfatos	meq/L	2,43	250	Cumple
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	94,0	1000	Cumple
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	84.86	500	Cumple
Nitratos	meq/L	0,63	50	Cumple
Turbiedad	NTU	0.18	5	Cumple
<b>Parámetros Microbiológico</b>				

---

**Comparación de la concentración media de los parámetros del manantial**
**Campanani**


---

Coliformes Totales	UFC/100 mL	120,00	0(*)	No cumple
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	2,2	0(*)	No cumple

---

Los resultados de la Tabla 07 muestran que el manantial Campanani presenta una muy buena calidad en la mayoría de sus parámetros Organolépticos, químico y microbiológicos, ya que todos ellos se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N.º 031-2010-SA. El color, la conductividad eléctrica, el pH, los cloruros, los sulfatos, los sólidos totales disueltos, la dureza total, los nitratos y la turbiedad cumplen sin dificultad con la normativa, lo que refleja un agua clara, poco mineralizada y con baja presencia de sustancias que puedan alterar su calidad. Sin embargo, en la parte microbiológica se observa un incumplimiento importante, ya que tanto los coliformes totales (120 UFC/100 mL) como los coliformes termotolerantes (2,2 UFC/100 mL) superan el límite permitido, que es 0 UFC/100 mL. Esto indica que, pese a que el agua presenta buenas condiciones organolépticas y químicas, existe una contaminación bacteriológica que representa un riesgo sanitario y que requiere medidas de tratamiento o protección del manantial para asegurar la inocuidad del agua destinada al consumo humano.

**Tabla 08:** Comparación de la concentración de los parámetros del manantial Centro Poblado de Cancharani con los LMP D.S N°031- 2010-SA.

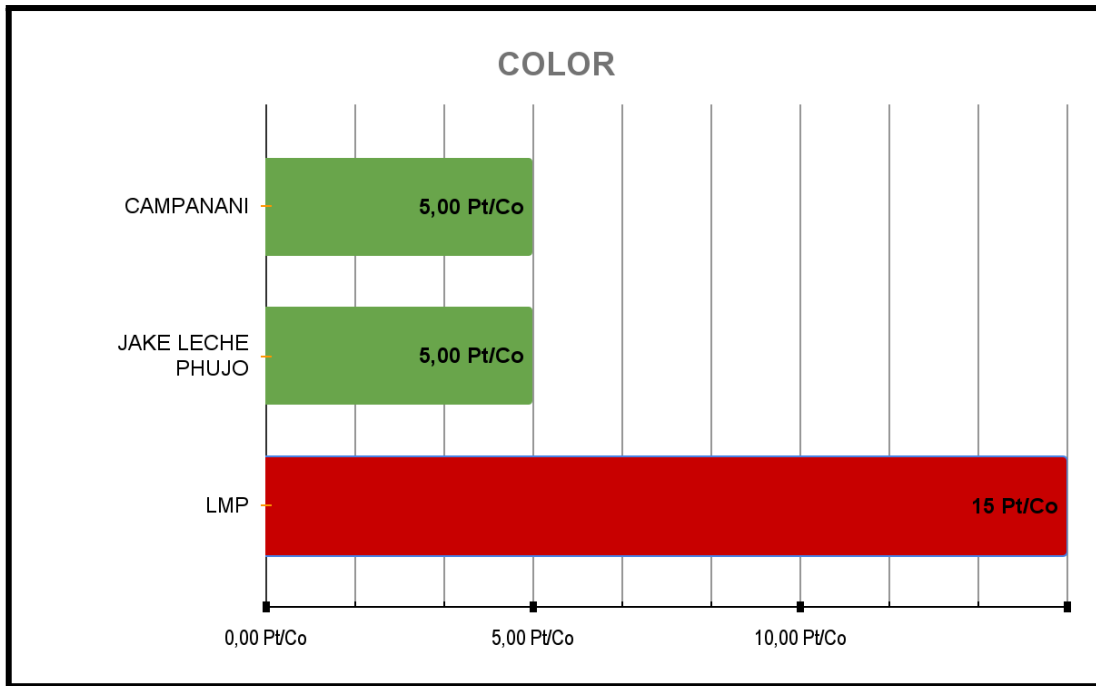
<b>Comparación de la concentración de los parámetros del manantial Jake Leche</b>				
<b>Phujo</b>				
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Concentración</b>	<b>LMP</b>	<b>Valoración</b>
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>				
Color		<5	15	Cumple
Conductividad (CE)	μS/cm	400,3	1500	Cumple
pH	Und. pH	9,0	6,5 a 8,5	No cumple
Cloruros Cl	meq/L	1,02	250	Cumple
Sulfatos	meq/L	1,25	250	Cumple
Sólidos Totales	mg/L	71,0	1000	Cumple
Disueltos				
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	70,30	500	Cumple
Nitratos	meq/L	1,83	50	Cumple
Turbiedad	NTU	10,20	5	No Cumple
<b>Parámetros Microbiológico</b>				
Coliformes Totales	UFC/100 mL	200,00	0(*)	No cumple
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	9,00	0(*)	No cumple

Los resultados de la tabla 8 en comparación de los parámetros del manantial Jake Leche Phujo con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N.º 031-2010-SA muestran que, aunque varios de los parámetros organolépticos y químicos se encuentran dentro de los valores permitidos, existen dos incumplimientos importantes. El pH alcanza un valor de 9,0, superando el rango aceptado de 6,5 a 8,5, lo que indica que el agua presenta una alcalinidad mayor a la recomendada. Del mismo modo, la turbiedad llega a 10,20 NTU, por encima del límite de 5 NTU, reflejando una mayor presencia de partículas o materiales en suspensión. Los demás parámetros químicos evaluados como la conductividad eléctrica, los cloruros, los sulfatos, los sólidos totales disueltos, la dureza total y los nitratos cumplen con la normativa vigente. Sin embargo, el aspecto más crítico se observa en los parámetros microbiológicos: tanto los coliformes totales (200 UFC/100 mL) como los coliformes termotolerantes (9 UFC/100 mL) superan ampliamente el límite permisible de 0 UFC/100 mL, evidenciando una contaminación bacteriana significativa que representa un riesgo para la salud y que requiere acciones de protección o tratamiento para garantizar la seguridad del agua destinada al consumo humano.

## **4.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS Y QUÍMICOS DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO DE CANCHARANI, PUNO 2025**

### **4.2.1. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO COLOR**

El análisis del color en las aguas de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo se realizó utilizando la unidad de Color Verdadero (Pt/Co). En ambos casos se obtuvo un valor menor a 5, lo que evidencia que el agua no presenta tonalidades visibles y mantiene un aspecto totalmente incoloro. Este resultado se encuentra muy por debajo del límite máximo establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N.º 031-2010-SA), que permite hasta 15 Pt/Co. En consecuencia, se confirma que, respecto al parámetro color, las aguas de ambos manantiales cumplen satisfactoriamente con la normativa nacional.



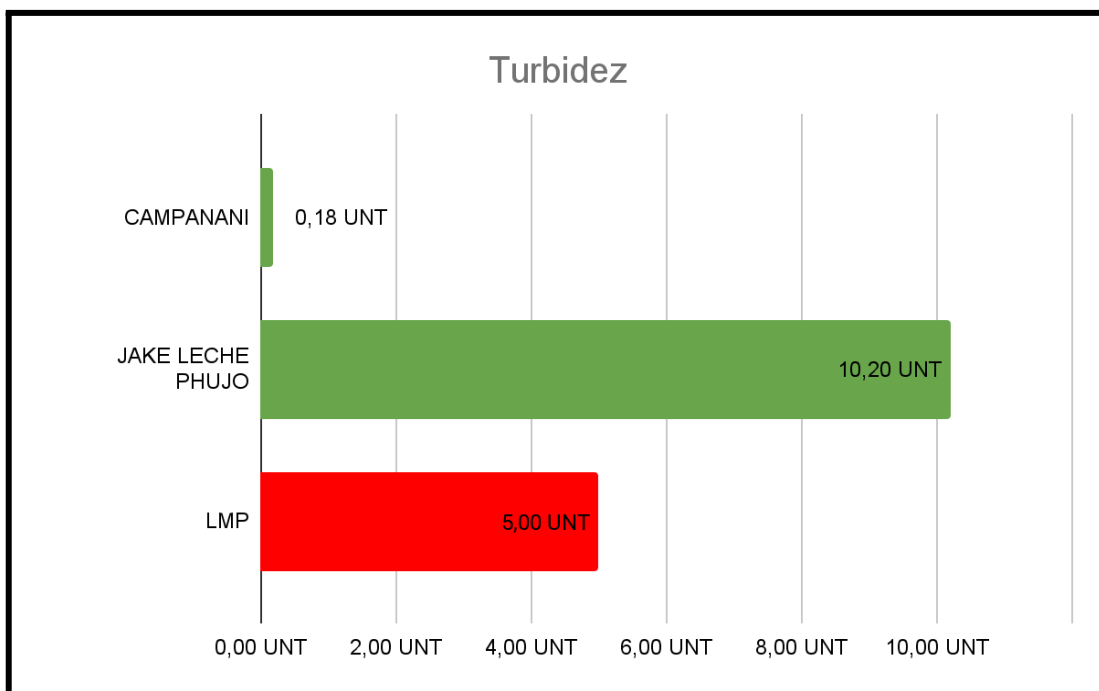
**Figura 03:** Valor promedio del color del agua de los manantiales centro poblado de Cancharani.

Al comparar el valor de color obtenido en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujó menor a 5 Pt/Co con los estudios realizados en la región, se observa que los resultados siguen una tendencia similar a la reportada por Paxi (2025) y Condori (2025) en los manantiales de Ácora. En sus investigaciones, ambos autores encontraron niveles de color muy bajos, lo que indica aguas prácticamente incoloras y con muy poca presencia de sustancias que puedan alterar su apariencia natural. Del mismo modo, los valores registrados en este estudio se mantienen muy por debajo del límite de 15 Pt/Co establecido por el D.S. N.º 031-2010-SA, lo que confirma que el aspecto del agua en ambos manantiales es adecuado y no representa un riesgo para el consumo humano. Esta coincidencia con otros estudios de la zona refuerza la idea de que los manantiales evaluados conservan características propias de aguas subterráneas limpias y poco alteradas visualmente.

#### 4.2.2. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO TURBIEDAD

Según los resultados obtenidos, la turbiedad del agua en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujó evidencia comportamientos distintos frente al estándar nacional. En

Campanani, el valor registrado fue de 0,18 NTU, muy por debajo del límite máximo de 5 NTU establecido por el D.S. N.º 031-2010-SA, lo que refleja un agua clara y con escasa presencia de partículas en suspensión. En contraste, Jake Leche Phujo presentó una turbiedad de 10,20 NTU, superando el valor permitido y evidenciando una mayor carga de sólidos o sedimentos finos en el agua. Estos resultados indican que, mientras Campanani cumple plenamente con la normativa, Jake Leche Phujo no se encuentra dentro del rango aceptable, por lo que requiere especial atención y medidas de protección para evitar un deterioro mayor de su calidad.



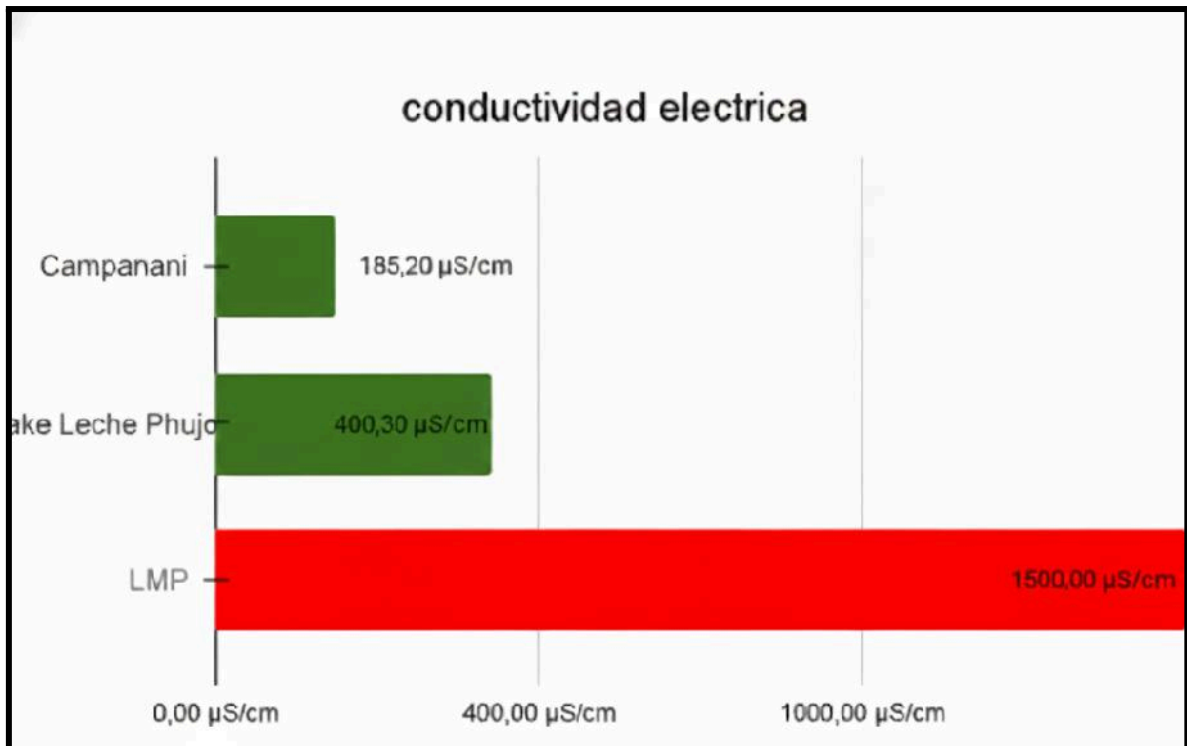
**Figura 04:** Valor promedio de la turbiedad del agua de los manantiales centro poblado de Cancharani.

En el caso de la turbiedad, los valores obtenidos muestran un contraste evidente entre los manantiales evaluados. Mientras Campanani presenta una turbiedad muy baja (0,18 NTU), lo que refleja un agua relativamente limpia y con escasa presencia de partículas en suspensión, el manantial Jake Leche Phujo alcanza 10,20 NTU, superando el límite máximo permisible de 5 NTU establecido por el D.S. N.º 031-2010-SA. Este nivel elevado sugiere que el manantial podría estar recibiendo arrastre de sedimentos o influencias externas en su entorno. Al comparar estos resultados con los antecedentes de la

literatura, se observa que Cori (2024) señala que la turbiedad elevada suele asociarse a procesos de escorrentía y presencia de sólidos coloidales que afectan directamente la calidad del agua. De manera similar, Velásquez (2024) reportó turbiedades cercanas a 3,8 NTU en manantiales del distrito de Puno, valores inferiores a los observados en Jake Leche Phujo, lo que evidencia que este último se encuentra en una condición menos favorable. Asimismo, los estudios desarrollados por Condori Gómez (2025) muestran que los manantiales expuestos a actividades humanas o animales tienden a presentar incrementos de turbiedad, situación coherente con el comportamiento observado en Jake Leche Phujo. En conjunto, la comparación con estos autores permite reconocer que Campanani mantiene características similares a fuentes bien conservadas, mientras que Jake Leche Phujo presenta señales de alteración que requieren atención y medidas de protección.

#### **4.2.3. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

Los valores de conductividad eléctrica registrados en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo se encuentran dentro del límite permitido por el D.S. N.º 031-2010-SA, que establece un máximo de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para agua destinada al consumo humano. El manantial Campanani presentó una conductividad de 185,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que Jake Leche Phujo alcanzó 400,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; ambos valores reflejan una baja concentración de sales disueltas, lo que indica que el agua mantiene una mineralización adecuada y no representa riesgos para la salud por este parámetro. Aunque Jake Leche Phujo muestra una conductividad ligeramente mayor, este incremento se mantiene dentro de lo aceptable y puede estar relacionado con características naturales del suelo y la geología del área. En conjunto, los resultados muestran que los dos manantiales cumplen con el estándar nacional en cuanto a conductividad eléctrica.



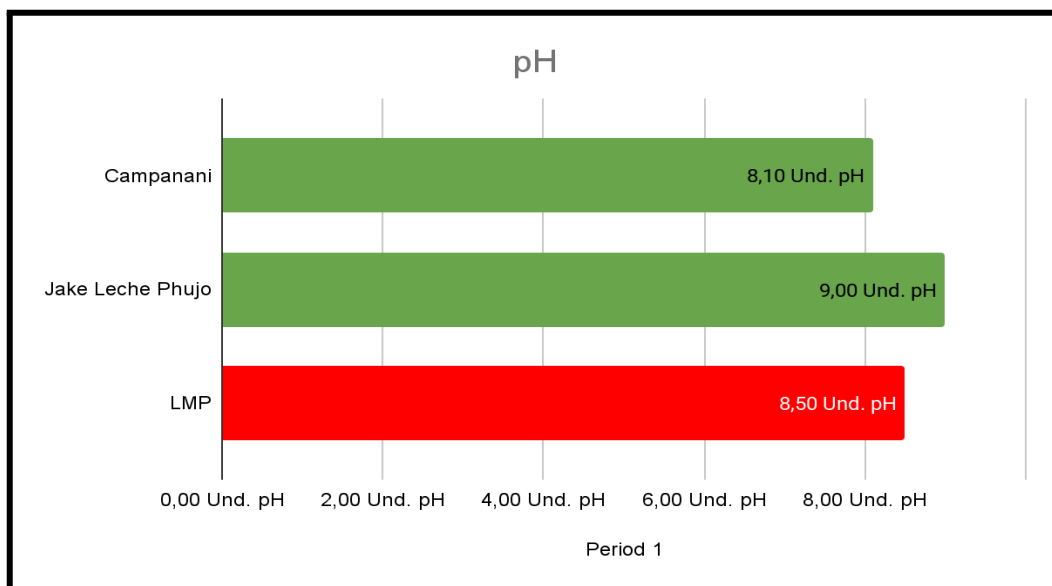
**Figura 05:** Valor promedio de conductividad del agua de los manantiales del centro poblado de Cancharani.

Al analizar la conductividad eléctrica de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujó, se observa que sus valores 185,2  $\mu\text{S/cm}$  y 400,3  $\mu\text{S/cm}$  respectivamente reflejan un agua con baja concentración de sales disueltas, lo que es característico de fuentes naturales bien conservadas. Estos niveles están muy por debajo del límite de 1500  $\mu\text{S/cm}$  establecido por la normativa peruana, lo que indica que, desde este parámetro, el agua aún mantiene una calidad adecuada. Al comparar estos resultados con los trabajos desarrollados en la región, como el estudio de Velásquez (2024), quien reportó una conductividad de 145  $\mu\text{S/cm}$  en manantiales de la comunidad de Chimú, o el de Paxi (2025), que registró alrededor de 120  $\mu\text{S/cm}$  en manantiales de Acora, se aprecia que los valores de Cancharani se encuentran dentro del comportamiento habitual para manantiales altoandinos. Sin embargo, el valor ligeramente más elevado de Jake Leche Phujó podría responder a las condiciones del suelo, la presencia natural de minerales o incluso a ligeros procesos de arrastre de sedimentos propios de la zona. Aun así, ambos manantiales continúan mostrando niveles de conductividad que no representan riesgo

para el consumo humano, lo que permite considerar que, desde esta perspectiva, su estado sigue siendo favorable.

#### 4.2.4. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO PH

Los valores de pH registrados en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo 8,1 y 9,0 respectivamente muestran dos comportamientos claramente diferenciados en la calidad del agua. En el caso de Campanani, el pH se mantiene dentro del rango permitido por el D.S. N.° 031-2010-SA (6,5 a 8,5), lo que indica que su agua presenta una alcalinidad moderada compatible con el consumo humano. En cambio, Jake Leche Phujo supera ligeramente el límite superior establecido por la normativa, evidenciando una mayor alcalinidad que podría estar relacionada con la composición geológica del terreno o con la disolución natural de minerales carbonatados presentes en la zona. Este comportamiento no es inusual en manantiales altoandinos, pero sí requiere atención, ya que valores por encima del rango permitido pueden afectar la potabilidad del agua. Aun así, ambos resultados reflejan condiciones propias de ecosistemas de altura, donde factores como el tipo de suelo, la pendiente y la filtración natural influyen directamente en el pH del recurso hídrico.



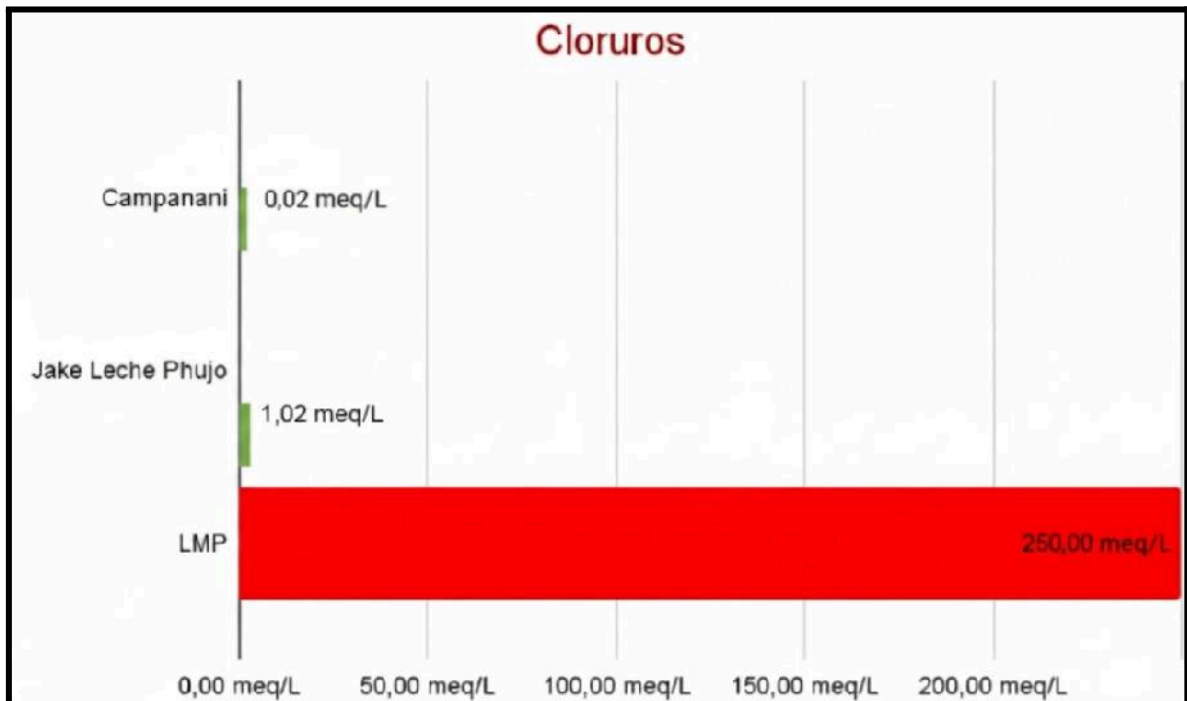
**Figura 06:** Valor promedio del pH del agua de los Manantiales comunidad de Cancharani.

Los valores de pH obtenidos en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujó 8,1 y 9,0 respectivamente muestran diferencias importantes en el estado químico del agua. Campanani se mantiene dentro del rango permitido por la normativa nacional (6,5 a 8,5), mientras que Jake Leche Phujó presenta un pH más elevado, lo que evidencia una alcalinidad superior a la esperada para este tipo de fuentes. Al contrastar estos resultados con estudios previos realizados en la región, se observa que Choque (2021) reportó valores cercanos a la neutralidad, entre 7,2 y 7,8, en los manantiales Funku 1 y Funku 2, mientras que Felizzola (2016) encontró rangos similares en manantiales evaluados en la zona centro, donde el pH rara vez superó 8,0. Asimismo, Peralta (2021) describe que, en manantiales altoandinos, los valores suelen fluctuar entre ligeramente neutros y moderadamente alcalinos, pero sin alcanzar valores cercanos a 9, como ocurrió en Jake Leche Phujó. Estas comparaciones sugieren que Campanani mantiene un comportamiento químico típico de aguas subterráneas altoandinas, mientras que la mayor alcalinidad registrada en Jake Leche Phujó podría estar influenciada por características geológicas locales, especialmente la presencia natural de minerales carbonatados o procesos de disolución que elevan el pH. Aun cuando ambos valores no representan un riesgo inmediato, el caso de Jake Leche Phujó requiere seguimiento para evitar que esta tendencia afecte su calidad en el tiempo.

#### **4.2.5. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO CLORUROS**

Los resultados de cloruros obtenidos en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujó muestran valores muy bajos 0,02 meq/L y 1,02 meq/L respectivamente lo que indica que ambas fuentes presentan una concentración mínima de sales cloruradas. Estos niveles se encuentran ampliamente por debajo del límite máximo permitido por la normativa peruana (250 meq/L), evidenciando que el agua no presenta riesgos asociados a este parámetro. La diferencia ligera entre ambos manantiales es normal y puede deberse a las características naturales del terreno, ya que la presencia de cloruros suele estar influenciada por la composición mineral del suelo y por el grado de contacto del agua con formaciones geológicas específicas. En este caso, aun cuando Jake Leche Phujó

muestra un valor mayor, continúa siendo un nivel muy bajo en comparación con el estándar permitido, lo que confirma que ambos manantiales mantienen un perfil químico favorable y adecuado para consumo humano respecto a este parámetro.



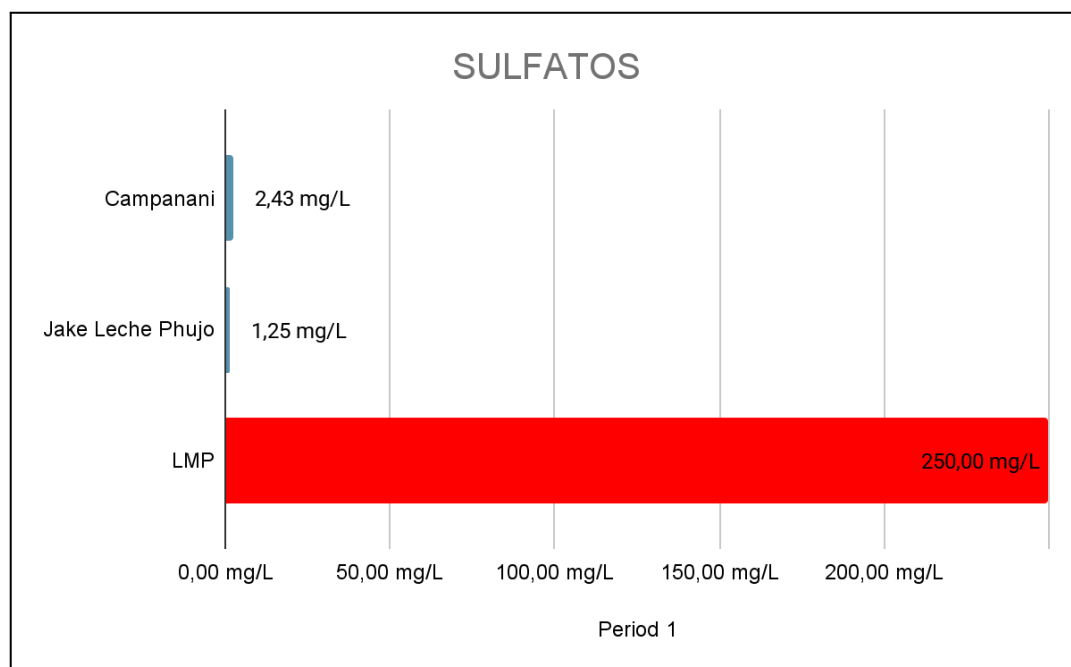
**Figura 07:** Valor promedio de Cloruros del agua de los manantiales de la comunidad de Cancharani.

Los valores de cloruros obtenidos en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo 0,02 meq/L y 1,02 meq/L respectivamente muestran concentraciones muy bajas de este ion, lo que demuestra que el agua presenta una mineralización mínima en cuanto a sales cloruradas. Al comparar estos resultados con investigaciones realizadas en la región, se observa que Choque (2021) también reportó niveles reducidos de cloruros en los manantiales Funku 1 y Funku 2, donde los valores se mantuvieron por debajo de 2 meq/L, considerándolos característicos de aguas poco influenciadas por actividad antrópica. De manera similar, Felizzola (2016) encontró que las fuentes naturales de su estudio presentaron concentraciones bajas, generalmente menores a 1 meq/L, asociadas a ambientes altoandinos con escaso aporte de sales. Peralta (2021) coincide al señalar que la presencia de cloruros en manantiales de Puno suele ser limitada debido a la naturaleza rocosa y poco salina del suelo. En ese contexto, los resultados de Campanani

y Jake Leche Phujo se ubican dentro del comportamiento típico descrito por estos autores, lo que refuerza la idea de que ambos manantiales mantienen una buena calidad del agua respecto a este parámetro, además de cumplir ampliamente con el límite máximo permitido por el D.S. N.° 031-2010-SA (250 meq/L).

#### 4.2.6. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO SULFATOS

Los valores de sulfatos registrados en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo 2,43 meq/L y 1,25 meq/L respectivamente muestran concentraciones muy bajas en comparación con el límite permitido por la normativa nacional, que establece un máximo de 250 meq/L para agua destinada al consumo humano. Estos resultados reflejan que ambos manantiales presentan un contenido reducido de este ion, lo cual es un indicador positivo, ya que niveles elevados de sulfatos pueden generar sabor desagradable en el agua o causar molestias digestivas en la población. La ligera diferencia entre los dos manantiales es natural y suele estar asociada a la composición del suelo y al contacto del agua con minerales presentes en su recorrido subterráneo.



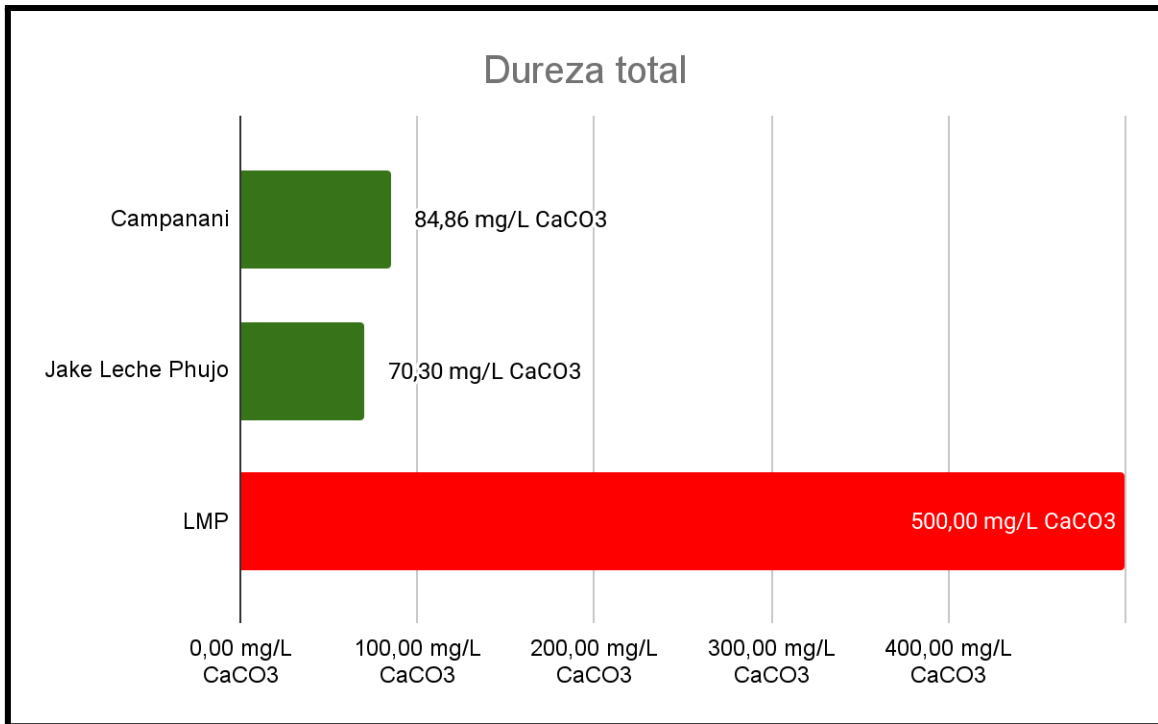
**Figura 08:** Concentración de sulfatos de la comunidad de Cancharani.

Los niveles de sulfatos registrados en los manantiales Campanani (2,43 meq/L) y Jake Leche Phujo (1,25 meq/L) son bastante bajos y se encuentran muy por debajo del límite

de 250 meq/L establecido por la normativa nacional para agua de consumo. Al comparar estos resultados con otras investigaciones, se observa que Rossel (2022) reportó concentraciones igualmente reducidas en manantiales rurales de Puno, donde los valores rara vez superaron 3 meq/L, atribuyéndolo a la baja presencia de minerales sulfatados en suelos altoandinos. De manera similar, Paxi (2025) encontró valores menores a 2 meq/L en fuentes naturales de la zona de Acora, resaltando que la escasa actividad agrícola y el bajo contenido de yeso en la geología local limitan la presencia de sulfatos en el agua. Asimismo, Velásquez (2024) identificó valores igualmente bajos en la comunidad de Chimú, donde la mineralización del agua mostró un patrón muy similar al observado en los manantiales evaluados en este estudio. Al considerar estas coincidencias, puede afirmarse que los niveles de sulfatos de Campanani y Jake Leche Phujo siguen el mismo comportamiento que han descrito estos autores, confirmando que se trata de aguas con baja carga salina y adecuadas para el consumo humano en cuanto a este parámetro.

#### **4.2.7. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO DUREZA TOTAL**

Los valores de dureza total registrados en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo 84,86 mg/L  $\text{CaCO}_3$  y 70,30 mg/L  $\text{CaCO}_3$  respectivamente indican que ambas fuentes presentan aguas blandas, es decir, con baja presencia de sales de calcio y magnesio. Estos niveles se encuentran muy por debajo del límite máximo de 500 mg/L  $\text{CaCO}_3$  establecido por la normativa peruana para el consumo humano, lo que evidencia que el agua no representa riesgos asociados a este parámetro ni genera efectos indeseables como incrustaciones en las tuberías o alteraciones en el sabor. La ligera diferencia entre ambos manantiales es normal y se relaciona con el tipo de suelo por donde circula el agua antes de emerger a la superficie. En general, los resultados muestran que, respecto a la dureza total, ambos manantiales mantienen una calidad adecuada y se encuentran dentro de los estándares requeridos para el consumo humano.



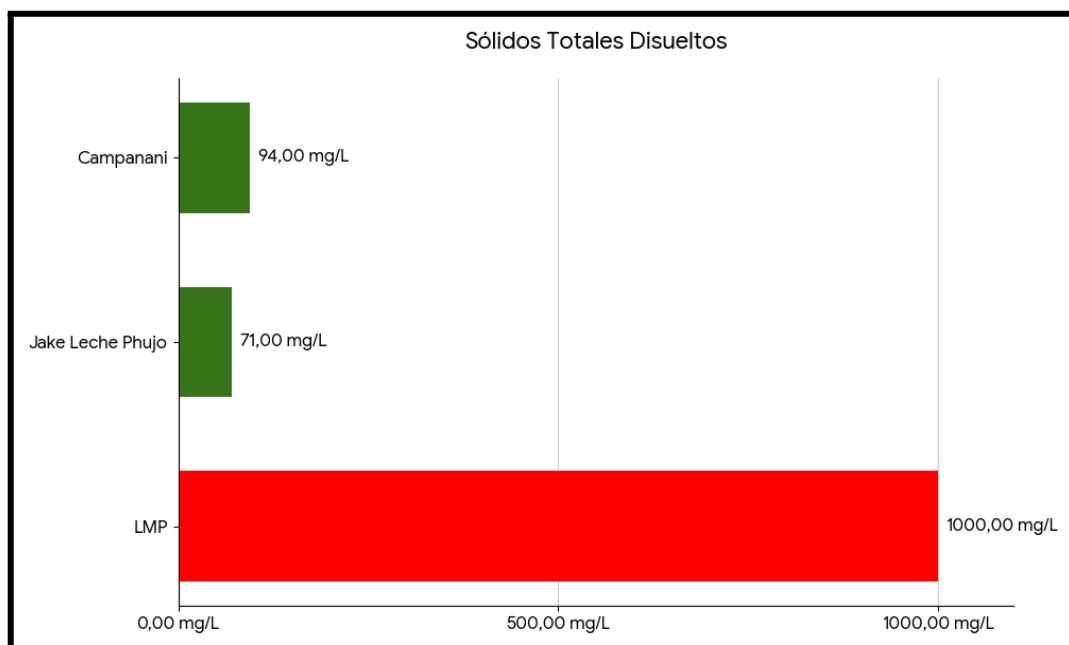
**Figura 09:** Valor medio de la Dureza Total del agua de los manantiales de la comunidad de Cancharani.

Los valores de dureza total registrados en los manantiales Campanani (84,86 mg/L CaCO<sub>3</sub>) y Jake Leche Phujo (70,30 mg/L CaCO<sub>3</sub>) indican que ambas fuentes presentan aguas blandas, con una baja concentración de minerales como calcio y magnesio. Esta característica coincide con lo señalado por diversos autores que aparecen en los antecedentes del proyecto. Por ejemplo, Peralta (2021) explica que en los manantiales altoandinos la dureza suele mantenerse baja debido a la limitada presencia de carbonatos en la geología local. De manera complementaria, Rossel (2022) menciona que en zonas de altura los suelos tienen un bajo contenido de minerales que aportan dureza, lo que da lugar a aguas químicamente ligeras. Velásquez (2024) también reporta un patrón similar en su estudio, indicando que los manantiales de comunidades altoandinas muestran baja mineralización general, lo que reduce la dureza. Incluso Paxi (2025) destaca que la limitada interacción del agua con formaciones calcáreas en estas zonas evita incrementos significativos en este parámetro. Al comparar estos antecedentes con los valores obtenidos, se observa que los resultados de Campanani y

Jake Leche Phujo se ajustan al comportamiento regional descrito por los autores, además de encontrarse muy por debajo del límite permitido por el D.S. N° 031-2010-SA (500 mg/L  $\text{CaCO}_3$ ), confirmando que la dureza total no representa riesgo para el consumo humano.

#### 4.2.8. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

Los resultados de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo, ubicados en el Centro Poblado de Cancharani, muestran valores medios de Sólidos Totales Disueltos (STD) de 94.0 mg/L y 71.0 mg/L, respectivamente. Ambos valores están muy por debajo del límite máximo permisible (LMP) de 1000 mg/L establecido por la normativa peruana (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, D.S. N° 031-2010-SA). Esto indica que, en cuanto al contenido de sales y minerales disueltos, el agua de ambos manantiales es de buena calidad y califica como segura para el consumo humano según este parámetro específico. Sin embargo, la seguridad para el consumo humano se ve comprometida por el incumplimiento de otros parámetros, como los microbiológicos y la turbidez/pH en Jake Leche Phujo.



**Figura 10:** Valor medio de sólidos totales disueltos del agua de los manantiales de la comunidad de Cancharani.

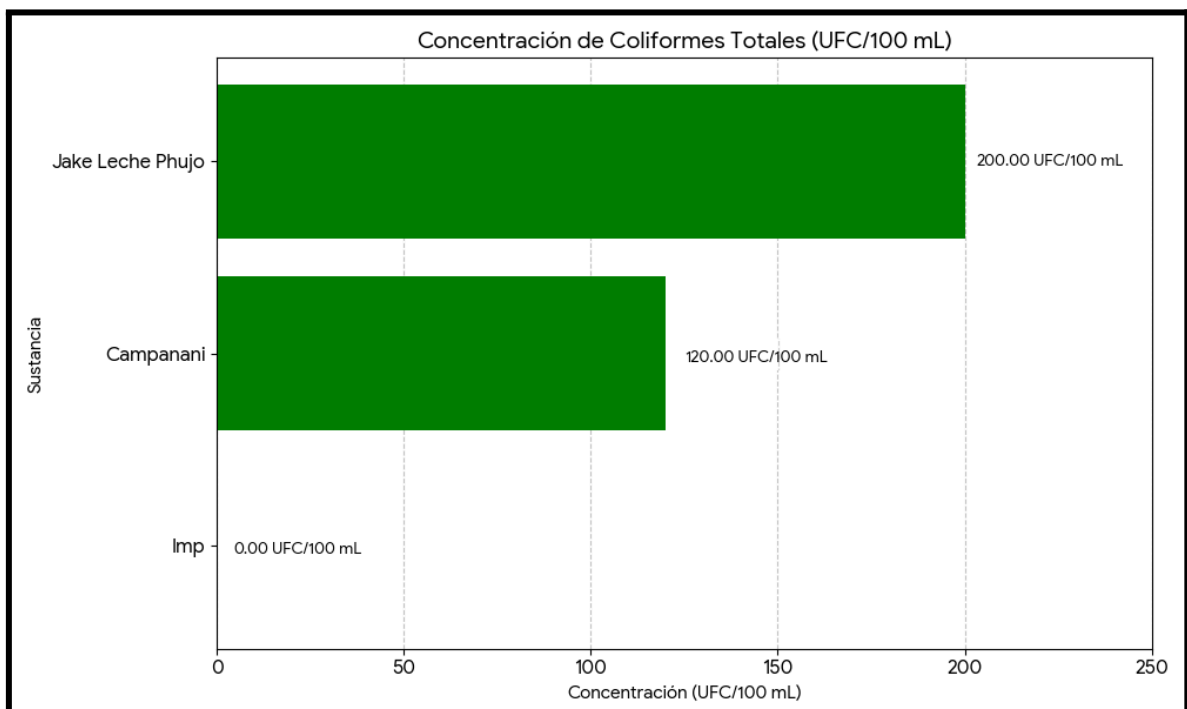
En la figura 10 indican que los valores medios de sólidos totales disueltos (STD) en los manantiales Cancharani (172,67 mg/L) y Santa Rosa (123,67 mg/L) son considerablemente inferiores al límite máximo permisible (LMP) de 1000 mg/L establecido por la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA). Estos valores indican que el agua de ambos manantiales es apta para el consumo humano en términos de contenido de sólidos disueltos. En el estudio de Calla (2023) se analizaron los sólidos totales disueltos en pozos del barrio 2 de Mayo de la ciudad de Puno. Los valores obtenidos oscilaron entre 91,6 mg/L y 143,1 mg/L, siendo similares a los valores encontrados en los manantiales Cancharani y Santa Rosa. Esto sugiere que la calidad del agua en términos de sólidos totales disueltos es comparable entre los pozos y los manantiales, ya que todos ellos presentan valores muy por debajo del límite máximo permisible. La similitud en los valores de STD entre los diferentes estudios podría indicar que las fuentes de agua subterránea en la zona periférica de la ciudad de Puno presentan, en términos generales, una baja concentración de sólidos disueltos, lo que es un indicador positivo de la calidad del agua.

#### **4.3. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES DE LA COMUNIDAD DE CANCHARANI, DISTRITO DE PUNO, EN RELACIÓN A LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)**

##### **4.3.1. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO COLIFORMES TOTALES**

Los resultados obtenidos para el parámetro de Coliformes Totales en los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo, ubicados en el Centro Poblado de Cancharani, muestran concentraciones de 120.00 UFC/100 mL y 200.00 UFC/100 mL, respectivamente. Estos valores exceden drásticamente el límite máximo permisible (LMP) establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA), el cual exige la ausencia total (0 UFC/100 mL) de estos microorganismos para que el agua sea considerada apta para el consumo. Este incumplimiento normativo evidencia que el agua de ambos manantiales presenta una deficiente calidad sanitaria desde el punto de vista microbiológico. La presencia de coliformes totales indica una posible contaminación

por contacto con el suelo, vegetación en descomposición o escorrentías superficiales, lo que compromete la seguridad del recurso hídrico. Por lo tanto, el agua representa un riesgo para la salud pública y requiere necesariamente de un proceso de desinfección antes de ser distribuida a la población, existe un riesgo sanitario crítico que la convierte en agua no apta para el consumo.



**Figura 11:** Concentración media de coliformes totales en manantiales del centro poblado de Cancharani.

Los resultados obtenidos en los manantiales Campanani (120.00 UFC/100 mL) y Jake Leche Phujo (200.00 UFC/100 mL) revelan una severa contaminación microbiológica, al superar ampliamente el límite de 0 UFC/100 mL exigido por el D.S. N° 031-2010-SA. Esta presencia masiva de bacterias indica que el agua representa un riesgo directo para la salud pública en el Centro Poblado de Cancharani.

Al contrastar estos hallazgos con la literatura regional, los resultados guardan una relación preocupante con lo reportado por Velasquez (2024) en los manantiales de Chimú, Puno. En su estudio, Velasquez encontró que, si bien el agua mantenía una baja mineralización (pocos sólidos), el 85% de sus muestras presentaron coliformes totales por encima de las 50 UFC/100 mL debido a la desprotección de los ojos de agua y la

cercanía a zonas de pastoreo. Esto sugiere que los manantiales de la periferia de Puno comparten una vulnerabilidad intrínseca a la contaminación bacteriana, independientemente de su composición química.

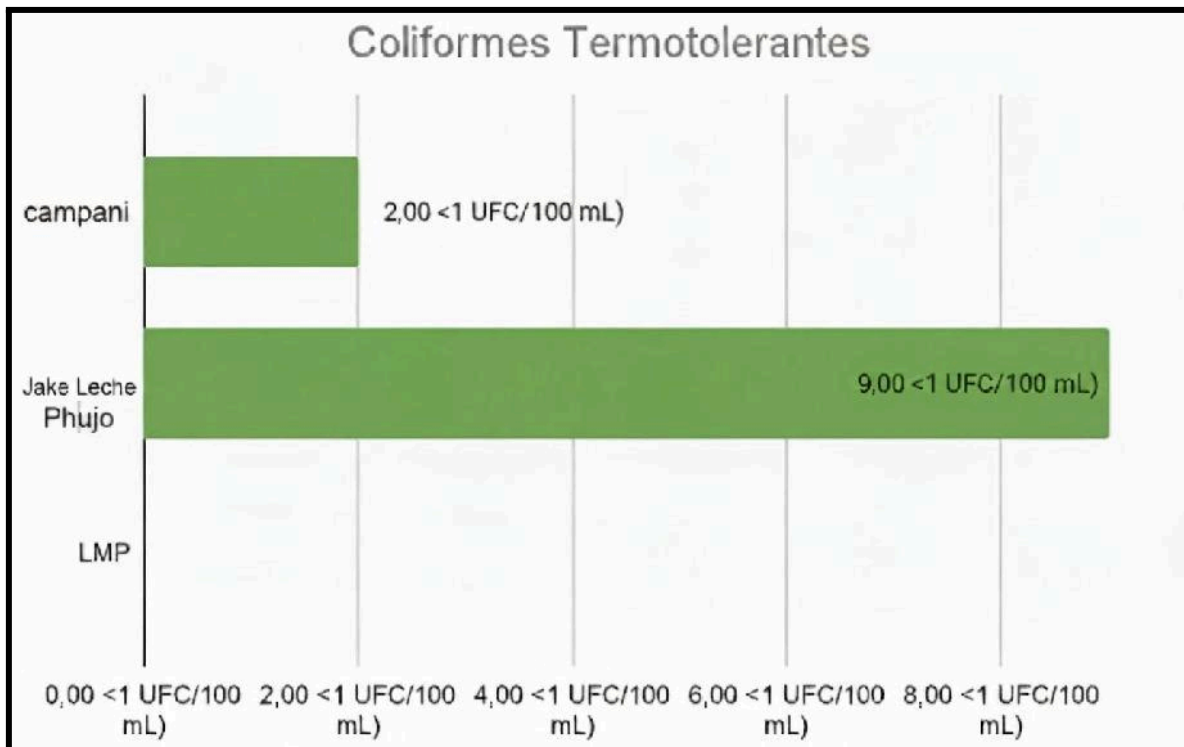
Por otro lado, la discusión sobre el impacto de los residuos sólidos es fundamental. Los resultados en Cancharani (hasta 200 UFC/100 mL) se alinean con las investigaciones de Dávalos (2024) y Bernal (2024), quienes en sus respectivos análisis sobre botaderos municipales determinaron que la infiltración de lixiviados no solo transporta metales, sino que actúa como un vehículo para microorganismos que colonizan el acuífero somero. Mientras que Ccahuana (2024) en Arequipa reportó que la carga orgánica de lixiviados incrementaba la supervivencia de bacterias en el subsuelo, nuestros resultados confirman que en Cancharani la barrera biológica del suelo ha sido superada.

Finalmente, la investigación de Avalos (2024) sostiene que en zonas cercanas a ex-botaderos, los coliformes totales suelen ser el primer indicador de alerta temprana antes de que se detecten cambios químicos masivos. Esto explica por qué en los manantiales estudiados los Sólidos Totales Disueltos (STD) aún son bajos, pero la carga bacteriológica ya es crítica. En conclusión, la alta concentración de coliformes en Campanani y Jake Leche Phujo no es un evento aislado, sino una consecuencia directa de la falta de perímetros de protección y la persistencia de focos contaminantes en el área del antiguo botadero.

#### **4.3.2. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO COLIFORMES TERMOTOLERANTES**

El análisis de los resultados para los Coliformes Termotolerantes es concluyente, ya que este parámetro microbiológico establece el riesgo sanitario más alto en el agua destinada al consumo humano. Según el Reglamento D.S. N° 031-2010-SA, el Límite Máximo Permisible (LMP) es de 0.00 UFC/100 mL. Los resultados obtenidos muestran que ambos manantiales exceden este límite: Campanani registró 2,00 UFC/100 mL y Jake Leche Phujo registró 9.00 UFC/100 mL, resultando en una valoración de "No cumple" para ambos. La presencia de estos coliformes indica contaminación reciente por materia fecal, lo que implica un alto riesgo de transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras

infecciones para la población que consume esta agua. Además, el manantial Jake Leche Phujo presenta una concentración de Coliformes Termotolerantes más de cuatro veces mayor que Campanani, lo que sugiere una mayor exposición a fuentes externas de contaminación en este punto. Por lo tanto, el incumplimiento de este parámetro es el factor determinante que hace que el agua de ambos manantiales sea completamente no apta para el consumo humano.



**Figura 12:** Concentración de coliformes termotolerantes de los manantiales del centro poblado de Cancharani.

El análisis de la concentración de Coliformes Termotolerantes es el factor más determinante de la no aptitud para el consumo humano en Cancharani, ya que el Límite Máximo Permisible (LMP) es 0.00 UFC/100 mL, un límite que es flagrantemente superado por Campanani con 2.0 UFC/100 mL y, de manera más crítica, por Jake Leche Phujo con 9.00 UFC/100 mL, lo que confirma la presencia de contaminación reciente por materia fecal y un alto riesgo sanitario. Este hallazgo de incumplimiento microbiológico es consistente con la realidad de los manantiales periféricos en Puno, como el estudiado por Velasquez (2024), donde la presencia de coliformes totales ya sugería la necesidad de

mejorar las condiciones de protección sanitaria. A nivel nacional, la magnitud de la contaminación en Jake Leche Phujo se sitúa en un contexto de alto riesgo, similar a la problemática descrita por Agurto (2024), quien diagnosticó que la infiltración de lixiviados afecta la calidad del agua subterránea y plantea un riesgo real para la salud por la vía microbiológica. Aunque estudios enfocados en la contaminación química de botaderos como los de Dávalos (2024) y Bernal (2024) se concentraron en metales y DQO, sus conclusiones sobre la alteración por lixiviados indirectamente sustentan este hallazgo, ya que el drenaje de residuos sólidos es una fuente primaria de patógenos, un hecho que es respaldado por las alarmantes concentraciones de Coliformes Termotolerantes encontradas por Ccahuana (2024) en otras aguas peruanas contaminadas, validando la urgencia de medidas de tratamiento en Cancharani.

#### **4.4. CONTRASTE DE HIPÓTESIS**

##### **4.4.1. CONTRASTE DE HIPÓTESIS GENERAL**

###### **Hipótesis alterna ( $H_a$ ):**

La calidad del agua de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno (2025), no es apta para consumo humano, según el D.S. N.° 031-2010-SA.

Hipótesis nula ( $H_0$ ): La calidad del agua de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno (2025), es apta para consumo humano, según el D.S. N.° 031-2010-SA.

###### **Resultados:**

La evaluación evidencia que las aguas de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo no son aptas para el consumo humano al superar los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el D.S. N.° 031-2010-SA. Específicamente, ambos manantiales presentan concentraciones críticas de coliformes totales y coliformes termotolerantes que superan el límite de 0,00 UFC/100 mL. Además, el manantial Jake Leche Phujo no cumple con los límites de pH (9,0) y turbiedad (10,20 NTU).

### **Conclusión del contraste:**

Dado que el agua de ambos manantiales supera los LMP establecidos, se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), concluyéndose que el recurso hídrico del centro poblado de Cancharani no es apto para el consumo humano.

#### **4.4.2. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1**

##### **Hipótesis alterna ( $H_a$ ):**

Los parámetros organolépticos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno (2025), no cumplen con los LMP establecidos en el D.S. N.° 031-2010-SA.

##### **Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

Los parámetros organolépticos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno (2025), cumplen con los LMP establecidos en el D.S. N.° 031-2010-SA.

##### **Resultados:**

El manantial Campanani cumple con todos los criterios organolépticos establecidos por la normativa vigente. No obstante, el manantial Jake Leche Phujo presenta una turbidez elevada de 10,20 NTU, valor que excede el límite máximo permisible de 5 NTU.

### **Conclusión del contraste:**

En función del incumplimiento registrado en el manantial Jake Leche Phujo, se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), confirmándose que no todos los parámetros organolépticos cumplen con la normativa vigente.

#### **4.4.3. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2**

##### **Hipótesis alterna ( $H_a$ ):**

Los parámetros químicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno (2025), no cumplen con los LMP establecidos en el D.S. N.° 031-2010-SA.

##### **Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

Los parámetros químicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro

poblado de Cancharani, Puno (2025), cumplen con los LMP establecidos en el D.S. N.° 031-2010-SA.

**Resultados:**

Ambos manantiales cumplen con los límites establecidos para cloruros, sulfatos, dureza total y nitratos; sin embargo, el manantial Jake Leche Phujo registra un valor de pH de 9,0, el cual supera el límite máximo permisible de 8,5 establecido por la normativa.

**Conclusión del contraste:**

Debido al incumplimiento del parámetro pH en una de las fuentes evaluadas, se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), concluyéndose que los parámetros químicos analizados no cumplen en su totalidad con el D.S. N.° 031-2010-SA.

**4.4.4. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3**

**Hipótesis alterna ( $H_a$ ):**

Los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno (2025), no cumplen con los LMP establecidos en el D.S. N.° 031-2010-SA.

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

Los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno (2025), cumplen con los LMP establecidos en el D.S. N.° 031-2010-SA.

**Resultados:**

La evaluación microbiológica evidencia resultados críticos en ambos manantiales. El manantial Campanani presenta 120,00 UFC/100 mL de coliformes totales y 2,00 UFC/100 mL de coliformes termotolerantes, mientras que el manantial Jake Leche Phujo registra 200,00 UFC/100 mL de coliformes totales y 9,00 UFC/100 mL de coliformes termotolerantes. Todos estos valores superan ampliamente el límite máximo permisible de 0,00 UFC/100 mL.

**Conclusión del contraste:**

Al evidenciarse una contaminación microbiológica significativa que excede los límites

establecidos, se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), determinándose que el agua representa un riesgo sanitario para el consumo humano.

#### **4.4.5. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 4**

##### **Hipótesis alterna ( $H_a$ ):**

Existen diferencias significativas entre los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo respecto a los parámetros organolépticos, químicos y microbiológicos, en relación con los LMP establecidos en el D.S. N.° 031-2010-SA.

##### **Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

No existen diferencias significativas entre los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo respecto a los parámetros organolépticos, químicos y microbiológicos, en relación con los LMP establecidos en el D.S. N.° 031-2010-SA.

##### **Resultados:**

El análisis comparativo revela que el manantial Jake Leche Phujo presenta una calidad de agua inferior y mayores desviaciones respecto a la normativa en comparación con Campanani. Jake Leche Phujo incumple los límites de turbidez, pH y presenta una mayor carga de coliformes totales y termotolerantes, mientras que Campanani cumple con los parámetros organolépticos y químicos evaluados, incumpliendo únicamente en los parámetros microbiológicos.

##### **Conclusión del contraste:**

Se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), ya que el análisis evidencia un deterioro multifactorial diferenciado, siendo el manantial Jake Leche Phujo el más comprometido desde el punto de vista sanitario.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La evaluación de la calidad del agua de los manantiales Campanani y Jake Leche Phujo, ubicados en el Centro Poblado de Cancharani (Puno), evidencia que no son aptos para el consumo humano, al superar los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.

**SEGUNDA:** Los análisis de laboratorio muestran que, en términos generales, las características sensoriales del agua son adecuadas. Los parámetros de color, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos, dureza total y nitratos cumplen con los LMP en ambos manantiales. Sin embargo, se identifican diferencias organolépticas: Campanani cumple con todos los criterios, incluyendo pH y turbidez, mientras que Jake Leche Phujo presenta una turbidez elevada (10.20 NTU) y un pH ligeramente alcalino (9.0), ambos fuera de los rangos normativos. Estas desviaciones pueden afectar la apariencia, el sabor y la eficacia de los procesos de desinfección, pese a que los demás indicadores se mantienen dentro de los límites permitidos.

**TERCERA:** La evaluación de los parámetros químicos (pH, cloruros, sulfatos, dureza total y nitratos) confirma que la calidad química del agua es, en general, favorable. Tanto Campanani como Jake Leche Phujo cumplen ampliamente con los límites establecidos para cloruros, sulfatos, dureza total y nitratos. No obstante, el pH marca una diferencia significativa: Campanani registra un valor de 8.1, dentro del rango permitido, mientras que Jake Leche Phujo alcanza 9.0, superando el límite máximo de 8.5 y evidenciando una alcalinidad superior a la norma.

**CUARTA:** La evaluación microbiológica resulta crítica, ya que ambos manantiales exceden ampliamente los límites establecidos por la normativa peruana. El D.S. N°

031-2010-SA fija un LMP de 0.00 UFC/100 mL para coliformes totales y termotolerantes. Sin embargo, Campanani presenta 120.00 UFC/100 mL de coliformes totales y 2.0 UFC/100 mL de coliformes termotolerantes, mientras que Jake Leche Phujo registra valores aún mayores: 200.00 UFC/100 mL y 9.00 UFC/100 mL, respectivamente.

**QUINTA:** El análisis comparativo evidencia diferencias claras en la aptitud del agua para consumo humano. Ambos manantiales presentan incumplimientos críticos en los parámetros microbiológicos, pero Jake Leche Phujo muestra una calidad inferior y una desviación mayor respecto a la normativa: registra 9.00 UFC/100 mL de coliformes termotolerantes frente a 2.0 UFC/100 mL en Campanani, además de exceder los límites en turbidez (10.20 NTU frente al LMP de 5 NTU) y en pH (9.0 frente al rango permitido de 6.5 a 8.5). En contraste, Campanani cumple con todos los parámetros organolépticos y químicos evaluados. Estos hallazgos confirman que el agua de Jake Leche Phujo presenta un deterioro multifactorial, siendo la contaminación microbiológica el aspecto más crítico que determina su no aptitud para el consumo humano.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Implementar procesos de desinfección y potabilización del agua dado que ambos manantiales presentan contaminación microbiológica significativa, se recomienda aplicar tratamientos de cloración, filtración o tecnologías alternativas para garantizar la eliminación de coliformes y otros patógenos antes de su consumo.

**SEGUNDA:** Monitorear periódicamente los parámetros de calidad del agua estableciendo un programa de vigilancia continua que incluya análisis físico-químicos, organolépticos y microbiológicos, con el fin de detectar oportunamente variaciones en turbidez, pH y presencia de microorganismos, asegurando así la sostenibilidad de la fuente.

**TERCERA:** Priorizar la mejora del manantial Jake Leche Phujo debido a que este manantial presenta mayores desviaciones respecto a la normativa (pH elevado, turbidez fuera de rango y mayor carga microbiológica), se recomienda implementar acciones correctivas específicas, como sistemas de filtración adicionales y control de fuentes de contaminación externas.

**CUARTA:** Promover la protección de las zonas de recarga y captación estableciendo medidas de conservación en el entorno de los manantiales, evitando actividades que generen contaminación (ganadería intensiva, vertimiento de residuos, uso de agroquímicos), y fomentando prácticas de manejo sostenible que reduzcan el riesgo de infiltración de contaminantes.

**QUINTA:** Sensibilizar y capacitar a la población local Realizando campañas educativas sobre la importancia de consumir agua segura, los riesgos asociados a la contaminación microbiológica y las prácticas adecuadas de almacenamiento y tratamiento doméstico

(como hervido o uso de filtros), fortaleciendo la participación comunitaria en la gestión del recurso hídrico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga Quispe, J. (2017). *Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las Provincias de Concepción, Chupaca y Jauja*. Repositorio Institucional - UPLA. Recuperado de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/4556989>
- Avalos. (2024). *Assessing the Impact of Leachate Infiltration from Dumpsites into the Groundwater System of Agu-Awka and Environs, Southeastern Nigeria* | *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://journaljgeesi.com/index.php/JGEESI/article/view/804>
- Bernal. (2024). *Evaluation of groundwater quality close to a sanitary landfill* | *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/1814>
- Chambi Quispe, S. E., y Yana Huarancca, G. (2024). *Concentración de arsénico y metales totales en aguas superficiales y subterráneas de la región Puno, 2023*. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14845/128>
- Chullo Mamani, N. Y. (2023). *Evaluación metalúrgica en laboratorio de pruebas de lixiviación con salmueras para el tratamiento de minerales cupríferos*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Recuperado de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/1155231>
- Chuquiruna Aguilar, W. H. (2022). *Determinación de la calidad de agua para consumo humano en las fuentes de captación de seis localidades del distrito de La Encañada—Cajamarca, 2022*. Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/4488448>
- Condori Gomez, B. A. (2025). *Evaluación de la calidad del agua en manantiales de la parcialidad Huerta Parque del Centro Poblado Caspa, Juli—Puno 2025*. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1567>
- Cori. (2024). *Turbidez en agua* | *HANNA Instruments Colombia*. Recuperado 13 de

noviembre de 2025, de

<https://www.hannacolombia.com/blog/post/1074/turbidez-en-agua?srsltid=AfmBOooJeZtS48H1AuhUxUXhdIceRu3ETROeOY-MV0I1-7Mkx9G9RaTE>

Dávalos-Peña, I., Fuentes-Rivas, R. M., Fonseca-Montes de Oca, R. M. G., Ramos-Leal, J. A., Morán-Ramírez, J., y Martínez Alva, G. (2021). Assessment of Physicochemical Groundwater Quality and Hydrogeochemical Processes in an Area near a Municipal Landfill Site: A Case Study of the Toluca Valley. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11195. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111195>

Estado, I. de S. y S. S. de los T. del. (2024). El equilibrio del PH en el organismo. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de Gob.mx website: <http://www.gob.mx/issste/articulos/el-equilibrio-del-ph-en-el-organismo>

Fernandez. (2025). Agua para consumo humano. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/ambiental/Paginas/agua-para-consumo-humano.aspx>

Fraga. (2024). Determinación de nitratos en agua de mar | DIGITAL.CSIC. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://digital.csic.es/handle/10261/88848>

Fuentes. (2024). Color del agua, parámetro indicador de calidad. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad>

García Ccahuana, S. L. (2024). Evaluación hidroquímica y calidad ambiental del agua subterránea en los distritos de Coata, Capachica y Pusi.

Granda. (2024). Calidad del agua de consumo, el cloruro parámetro indicador. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://higieneambiental.com/calidad-del-agua-de-consumo-cloruro>

Hanna, F. (2024). Control de Dureza Total en Agua para Uso Industrial | HANNA

- Instruments Colombia. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://www.hannacolombia.com/blog/post/663/control-dureza-total-en-agua-para-uso-industrial?srsitid=AfmBOopEPeabg9vjUKTeX-LmwcWksaBw0YZq3aL8t3NrYwBzKc1pU09F>*
- Liu, Z. (2024). Scarcity and quality risks for future global urban water supply. Landscape Ecology, 39(2), 10. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01832-0>*
- Lopez, F. (2023). sulfatos—Lenntech. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://www.lenntech.es/sulfatos.htm>*
- Mohit. (2024). Banco Mundial – Desarrollo sostenible, resiliencia y crecimiento económico. Recuperado 12 de noviembre de 2025, de <https://www.bancomundial.org/ext/es/home>*
- Monteza. (2024). Aguas subterráneas: ¿qué son y por qué preocupa su contaminación? - Iberdrola. Recuperado 12 de noviembre de 2025, de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/aguas-subterranas>*
- Morante. (2024). OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. Recuperado 12 de noviembre de 2025, de <https://www.paho.org/es>*
- Nolasco Ibia, M. (2020). Caracterización hidrogeológica en la estimación del caudal de las aguas subterráneas—Mina Maura. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/825284>*
- Pacaya García, 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 <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/3926204>*
- Paniagua. (2024). Calidad del agua: ¿cómo es la correcta? - Fundación Aqueae. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://www.fundacionaqueae.org/wiki/calidad-agua/>*
- Paxi Flores, J. S. (2025). Calidad del agua de los manantiales Tacuyo y Qaqallaka en el Centro Poblado de Culta, Acora, Puno—2025. Universidad Privada San Carlos.*

Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1374>

Pillo. (2024). *Sólidos totales disueltos en agua superficial para consumo humano en San Juan de Pillo, Perú* | Revista Alfa. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/413>

Pineda. (2024). *Plan de cierre y recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en el botadero de “San José”—Andahuaylas, Apurímac*. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4739817>

Pizharro. (2024). *Publicações e Relatórios – Águas Interiores – Águas Interiores*. Recuperado 12 de noviembre de 2025, de <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>

Rahit. (2024). *Conductividad—Glosario—ALMAWATECH*. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://www.almawatech.com/es/aguas-residuales/leitfaehigkeit/>

Salvador Agurto, M. J. (2014). *Análisis de la Contaminación de las fuentes de aguas subterráneas por lixiviados del entorno del vertedero del km.22, Campo Verde—Ucayali*.

Segura Gallarday, N. S. (2022). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Huauyan, distrito de Moro, provincia del Santa, región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2022*. Recuperado de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/3723059>

Torres. (2023). *Características Físicos, Químicas y Biológicas en el Agua Potable que deben controlarse—TSI Group—Tecnosoluciones Integrales*. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://tecnosolucionescr.net/blog/215-caracteristicas-fisicos-quimicas-y-biologicas-en-el-agua-potable-que-deben-controlarse>

Tourist. (2023). *Visor Redalyc—Coliformes Totales en Malecón Turístico*. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://www.redalyc.org/journal/944/94455712006/>

Urteaga. (2023). *Los manantiales de Arequipa: Un ecosistema sostenible según estudio –*

UNSA. Recuperado 13 de noviembre de 2025, de <https://www.unsa.edu.pe/los-manantiales-de-arequipa-un-ecosistema-sostenible-segun-estudio/>

Vargas Peña, L. M. (2016). *Aislamiento e identificación de coliformes totales y coliformes fecales, de aguas de la quebrada Corrientillo del centro poblado de Zungarococha (Iquitos, Perú). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Recuperado de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/4060587>*

Velasquez Pacho, A. (2024). *Determinación de la variación temporal de la calidad de agua frente a la captación de Chimú en el Lago Titicaca, Puno 2023. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/757>*

## ANEXOS

**Anexo 01: Matriz de consistencia: CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL CENTRO POBLADO DE Cancharani, PUNO 2025**


PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>General</b> -¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano según D.S N°031-2010-SA de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025?</p> <p><b>Específicos</b> -¿Los parámetros Organolépticos del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 cumplirán con los LMP - D.S.N°031-2010-SA? -¿Los parámetros químicos del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 cumplirán con los LMP - D.S.N°031-2010-SA? -¿Existirán diferencias significativas entre los manantiales Campanani y Jake Leche Pujo del Centro Poblado de Cancharani, Puno 2025, en cuanto a los valores de sus parámetros Organolépticos, Químicos y Microbiológicos, respecto a los LMP - D.S. N° 031-2010-SA?</p>	<p><b>General</b> --Evaluar la calidad del agua para consumo humano de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025.</p> <p><b>Específicos</b> -Determinar la concentración de los parámetros Organolépticos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025. -Determinar la concentración de los parámetros químicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025. -Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de acuerdo a los LMP - D.S N°031-2010-SA del agua para consumo humano, de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025. -La diferencia entre los manantiales Campanani y Jake Leche Pujo del Centro Poblado de Cancharani, Puno 2025 en cuanto a los parámetros Organolépticos, Químicos y Microbiológicos, respecto a los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA, no son significativas</p>	<p><b>General</b> -La calidad del agua de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025, no es apta para consumo humano según (D.S. N° 031-2010-SA).</p> <p><b>Específicas</b> -Los parámetros Organolépticos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 no cumplen con los LMP - D.S N°031-2010-SA. -Los parámetros químicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 no cumplen con los LMP - D.S N°031-2010-SA. - Los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano de los manantiales del centro poblado de Cancharani, Puno 2025 no cumplen con los LMP - D.S N°031-2010-SA.</p> <p><b>Dependiente</b> Calidad del agua</p>	<p>Color</p> <p>Turbiedad</p> <p>Conductividad eléctrica (CE)</p> <p>Sólidos totales disueltos</p> <p>pH</p> <p>Cloruros</p> <p>Sulfatos</p> <p>Dureza Total</p> <p>Nitratos</p> <p>Coliformes totales</p> <p>Coliformes fecales o termotolerantes</p>	<p>Organoléptico</p> <p>Químico</p> <p>Microbiológico</p>	<p>Diseño: No experimental</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población y Muestra:</b> Dos manantiales de agua.</p> <p><b>Técnicas:</b> Guía para la toma de muestras.</p> <p><b>Instrumentos:</b> Normativa de LMP, D.S N°031-2010-SA y Análisis de Laboratorio.</p>	

Anexo 02: Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S.  
N°031-2010-SA.

MINISTERIO DE SALUD

No. 031-2010-SA

REPUBLICA DEL PERU



*Decreto Supremo*

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

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

**EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**

**CONSIDERANDO:**

Que, el numeral 22 del artículo 2° concordante con el artículo 7° 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 107° 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;

M. Arce R.

E. CRUZ S.

Olivera A.

D. Lora C.



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. Akce 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 CR.



ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

OSCAR UGARTE UBILLUZ  
Ministro de Salud

JUAN SARMIENTO SOTO  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Ministerio de Salud

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

Dirección General de Salud Ambiental  
**DIGESA**



2010

## REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

### TÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

#### Artículo 1°.- De la finalidad

El presente Reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

#### Artículo 2°.- Objeto

Con arreglo a la Ley N° 26842 - Ley General de Salud, el presente Reglamento tiene como objeto normar los siguientes aspectos:

1. La gestión de la calidad del agua;
2. La vigilancia sanitaria del agua;
3. El control y supervisión de la calidad del agua;
4. La fiscalización, las autorizaciones, registros y aprobaciones sanitarias respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
5. Los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano; y,
6. La difusión y acceso a la información sobre la calidad del agua para consumo humano.

#### Artículo 3°.- Ámbito de Aplicación

- 3.1 El presente Reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicte el Ministerio de Salud son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo;
- 3.2 No se encuentran comprendidas en el ámbito de aplicación del presente Reglamento:
  1. Las aguas minerales naturales reconocidas por la autoridad competente; y
  2. Las aguas que por sus características físicas y químicas, sean calificadas como productos medicinales.

#### Artículo 4°.- Mención a referencias

Cualquier mención en el presente Reglamento a:

- «Reglamento» se entenderá que está referida al presente Reglamento; y
- «Calidad del agua», debe entenderse que está referida a la frase «calidad del agua para consumo humano».

#### Artículo 5°.- Definiciones

Para efectos del presente reglamento, se debe considerar las siguientes definiciones:

1. Agua Cruda: Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento.
2. Agua Tratada: Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.
3. Agua de Consumo Humano: Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal.
4. Camión Cisterna: Vehículo motorizado con tanque cisterna autorizado para transportar agua para consumo humano desde la estación de surtidores hasta el consumidor final.
5. Consumidor: Persona que hace uso del agua suministrada por el proveedor para su consumo.

Cloro residual libre: Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento.

Fiscalización Sanitaria: Atribución de la Autoridad de Salud para verificar, sancionar y establecer medidas de seguridad cuando el proveedor incumpla las disposiciones del



- presente Reglamento y las normas sanitarias de calidad del agua que la Autoridad de Salud emita.
8. Gestión de la calidad de agua de consumo humano: Conjunto de acciones técnico administrativas u operativas que tienen la finalidad de lograr que la calidad del agua para consumo de la población cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en el presente reglamento.
  9. Inocuidad: Que no hace daño a la salud humana.
  10. Límite Máximo Permissible: Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.
  11. Monitoreo.: Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua.
  12. Organización comunal: Son Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento, Asociación, Comité u otra forma de organización, elegidas voluntariamente por la comunidad constituidas con el propósito de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento.
  13. Parámetros microbiológicos: Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.
  14. Parámetros organolépticos: Son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial.
  15. Parámetros inorgánicos: Son los compuestos formados por distintos elementos pero que no poseen enlaces carbono-hidrógeno analizados en el agua de consumo humano.
  16. Parámetros de Control Obligatorio (PCO): Son los parámetros que todo proveedor de agua debe realizar obligatoriamente al agua para consumo humano.
  17. Parámetros Adicionales de Control Obligatorio (PACO): Parámetros que de exceder los Límites Máximos Permisibles se incorporarán a la lista de parámetros de control obligatorio hasta que el proveedor demuestre que dichos parámetros cumplen con los límites establecidos en un plazo que la Autoridad de Salud de la jurisdicción determine.
  18. Plan de Control de la Calidad (PCC) : Instrumento técnico a través del cual se establecen un conjunto de medidas necesarias para aplicar, asegurar y hacer cumplir la norma sanitaria a fin de proveer agua inocua, con el fin de proteger la salud de los consumidores.
  19. Programa de Adecuación Sanitaria (PAS): Es un instrumento técnico - legal aprobado por la Autoridad de Salud, que busca formalizar y facilitar la adecuación sanitaria a los proveedores de agua de consumo humano al presente Reglamento y a las normas sanitarias de calidad del agua que emita la autoridad competente, en donde se establecen objetivos, metas, indicadores, actividades, inversiones y otras obligaciones, que serán realizadas de acuerdo a un cronograma.
  20. Proveedor del servicio de agua para el Consumo Humano: Toda persona natural o jurídica bajo cualquier modalidad empresarial, junta administradora, organización vecinal, comunal u otra organización que provea agua para consumo humano. Así como proveedores del servicio en condiciones especiales.
  21. Proveedores de servicios en condiciones especiales: Son aquellos que se brindan a través de camiones cisterna, surtidores, reservorios móviles, conexiones provisionales. Se exceptúa la recolección individual directa de fuentes de agua como lluvia, río, manantial.
  22. Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano: Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua.
  23. Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control: Sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros que son importantes para la inocuidad del agua para consumo humano.
  24. Sistema de tratamiento de agua: Conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tiene la finalidad de producir agua apta para el consumo humano.
- Supervisión: Acción de evaluación periódica y sistemática para verificar el cumplimiento del presente reglamento y de aquellas normas sanitarias de calidad del agua que emita la Autoridad de Salud, así como los procesos administrativos y técnicos de competencia del



- proveedor de agua de consumo humano, a fin de aplicar correctivos administrativos o técnicos que permitan el cumplimiento normativo.
26. Surtidor: Punto de abastecimiento autorizado de agua para consumo humano que provee a camiones cisterna y otros sistemas de abastecimiento en condiciones especiales..

## TÍTULO II GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

### Artículo 6°.- Lineamientos de gestión

El presente Reglamento se enmarca dentro de la política nacional de salud y los principios establecidos en la Ley N° 26842 - Ley General de Salud. La gestión de la calidad del agua para consumo humano garantiza su inocuidad y se rige específicamente por los siguientes lineamientos:

1. Prevención de enfermedades transmitidas a través del consumo del agua de dudosa o mala calidad;
2. Aseguramiento de la aplicación de los requisitos sanitarios para garantizar la inocuidad del agua para consumo humano;
3. Desarrollo de acciones de promoción, educación y capacitación para asegurar que el abastecimiento, la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo, sean eficientes, eficaces y sostenibles;
4. Calidad del servicio mediante la adopción de métodos y procesos adecuados de tratamiento, distribución y almacenamiento del agua para consumo humano, a fin de garantizar la inocuidad del producto;
5. Responsabilidad solidaria por parte de los usuarios del recurso hídrico con respecto a la protección de la cuenca, fuente de abastecimiento del agua para consumo humano;
6. Control de la calidad del agua para consumo humano por parte del proveedor basado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control; y
7. Derecho a la información sobre la calidad del agua consumida.

### Artículo 7°.- De la gestión de la calidad del agua de consumo humano

La gestión de la calidad del agua se desarrolla principalmente por las siguientes acciones:

1. Vigilancia sanitaria del agua para consumo humano;
2. Vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por el agua para consumo humano;
3. Control y supervisión de calidad del agua para consumo humano;
4. Fiscalización sanitaria del abastecimiento del agua para consumo humano;
5. Autorización, registros y aprobaciones sanitarias de los sistemas de abastecimiento del agua para consumo humano;
6. Promoción y educación en la calidad y el uso del agua para consumo humano; y
7. Otras que establezca la Autoridad de Salud de nivel nacional.

### Artículo 8°.- Entidades de la gestión de la calidad del agua de consumo humano

Las entidades que son responsables y/o participan en la gestión para asegurar la calidad del agua para consumo humano en lo que le corresponde de acuerdo a su competencia, en todo el país son las siguientes:

1. Ministerio de Salud;
  2. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;
  3. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento;
  4. Gobiernos Regionales;
  5. Gobiernos Locales Provinciales y Distritales;
  6. Proveedores del agua para consumo humano; y
- Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores.



TÍTULO III  
DE LA AUTORIDAD COMPETENTE PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA  
PARA CONSUMO HUMANO

**Artículo 9°.- Ministerio de Salud**

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. Sus competencias son las siguientes:

DIGESA:

Establece la política nacional de calidad del agua que comprende las siguientes funciones:

1. Diseñar la política nacional de calidad del agua para consumo humano;
2. Normar la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano;
3. Normar los procedimientos técnicos administrativos para la autorización sanitaria de los sistemas de tratamiento del agua para consumo humano previsto en el Reglamento;
4. Elaborar las guías y protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;
5. Normar los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;
6. Normar el procedimiento para la declaración de emergencia sanitaria por las Direcciones Regionales de Salud respecto de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
7. Supervisar el cumplimiento de las normas señaladas en el presente Reglamento en los programas de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en las regiones;
8. Otorgar autorización sanitaria a los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano de acuerdo a lo señalado en la décima disposición complementaria, transitoria y final del presente reglamento; el proceso de la autorización será realizado luego que el expediente técnico sea aprobado por el ente sectorial o regional competente antes de su construcción;
9. Normar los registros señalados en el presente Reglamento y administrar aquellos que establece el artículo 35°, 36° y 38° del presente Reglamento;
10. Normar el plan de control de calidad del agua a cargo del proveedor, para su respectiva aprobación por la autoridad de salud de la jurisdicción correspondiente;
11. Consolidar y publicar la información de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano en el país;
12. Realizar estudios de investigación del riesgo de daño a la salud por agua para consumo humano en coordinación con la Dirección General de Epidemiología;
13. Si como resultado de la vigilancia epidemiológica se identifica que alguno de los parámetros a pesar que cumple con el valor establecido en el presente reglamento significa un factor de riesgo al existir otras fuentes de exposición, la Autoridad de Salud podrá exigir valores menores; y
14. Otras responsabilidades establecidas en el presente Reglamento.

DIRESA, GRS o DISA:

1. Vigilar la calidad del agua en su jurisdicción;
2. Elaborar y aprobar los planes operativos anuales de las actividades del programa de vigilancia de la calidad del agua en el ámbito de su competencia y en el marco de la política nacional de Salud establecida por el MINSA - DIGESA;
3. Fiscalizar el cumplimiento de las normas señaladas en el presente Reglamento en su jurisdicción y de ser el caso aplicar las sanciones que correspondan; Otorgar y administrar los registros señalados en el presente Reglamento, sobre los sistemas de abastecimiento del agua para consumo humano en su jurisdicción; Consolidar y reportar la información de vigilancia a entidades del gobierno nacional, regional y local;



6. Otorgar registro de las fuentes de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
7. Aprobar el plan de control de calidad del agua;
8. Declarar la emergencia sanitaria el sistema de abastecimiento del agua para consumo humano cuando se requiera prevenir y controlar todo riesgo a la salud, en sujeción a las normas establecidas por la autoridad de salud de nivel nacional;
9. Establecer las medidas preventivas, correctivas y de seguridad, ésta última señalada en el artículo 130° de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, a fin de evitar que las operaciones y procesos empleados en el sistema de abastecimiento de agua generen riesgos a la salud de los consumidores; y
10. Otras responsabilidades establecidas en el presente Reglamento.

**Artículo 10°.- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en sujeción a sus competencias de ley está facultado para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, a:

1. Prever en las normas de su sector la aplicación de las disposiciones y de los requisitos sanitarios establecidos en el presente Reglamento;
2. Establecer en los planes, programas y proyectos de abastecimiento de agua para consumo humano la aplicación de las normas sanitarias señalados en el presente Reglamento;
3. Disponer las medidas que sean necesarias en su sector, a consecuencia de la declaratoria de emergencia sanitaria del abastecimiento del agua por parte de la autoridad de salud de la jurisdicción, para revertir las causas que la generaron; y
4. Generar las condiciones necesarias para el acceso a los servicios de agua en niveles de calidad y sostenibilidad en su prestación, en concordancia a las disposiciones sanitarias, en especial de los sectores de menores recursos económicos.

**Artículo 11°.- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento**

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) está facultada para la gestión de la calidad del agua para consumo, en sujeción a sus competencias de ley, que se detallan a continuación:

1. Formular o adecuar las directivas, herramientas e instrumentos de supervisión de su competencia a las normas sanitarias establecidas en este Reglamento para su aplicación por los proveedores de su ámbito de competencia;
2. Supervisar el cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento en el servicio de agua para consumo humano de su competencia; y
3. Informar a la autoridad de salud de su jurisdicción, los incumplimientos en los que incurran los proveedores de su ámbito de competencia, a los requisitos de calidad sanitaria de agua normados en el presente reglamento.

**Artículo 12°.- Gobiernos Locales Provinciales y Distritales**

Los gobiernos locales provinciales y distritales están facultados para la gestión de la calidad del agua para consumo humano en sujeción a sus competencias de ley, que se detallan a continuación:

1. Velar por la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
2. Supervisar el cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento en los servicios de agua para consumo humano de su competencia;
3. Informar a la autoridad de salud de la jurisdicción y tomar las medidas que la ley les faculta cuando los proveedores de su ámbito de competencia no estén cumpliendo los requisitos de calidad sanitaria normados en el presente Reglamento; y
4. Cooperar con los proveedores del ámbito de su competencia la implementación de las disposiciones sanitarias normadas en el presente Reglamento.

Lo señalado en los numerales 2 y 3 del presente artículo es aplicable para los gobiernos locales provinciales en el ámbito urbano y periurbano; y por los gobiernos locales distritales en el ámbito rural. Cuando se trate de entidades prestadoras de régimen privado el Gobierno local deberá comunicar a la SUNASS para la acción de ley que corresponda.



## TÍTULO IV VIGILANCIA SANITARIA

### Artículo 13°.- Vigilancia Sanitaria

La vigilancia sanitaria del agua para consumo humano es una atribución de la Autoridad de Salud, que se define y rige como:

1. La sistematización de un conjunto de actividades realizadas por la Autoridad de Salud, para identificar y evaluar factores de riesgo que se presentan en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, desde la captación hasta la entrega del producto al consumidor, con la finalidad de proteger la salud de los consumidores en cumplimiento de los requisitos normados en este Reglamento;
2. Un sistema conducido por la Autoridad de Salud, el cual está conformado por consumidores, proveedores, instituciones de salud y de supervisión de ámbito local, regional y nacional; y
3. El establecimiento de prioridades y de estrategias para la prevención o eliminación de los factores de riesgo en el abastecimiento del agua, que la Autoridad de Salud establezca para el cumplimiento por el proveedor.

### Artículo 14°.- Programa de vigilancia

La DIGESA y las Direcciones de Salud o las Direcciones Regionales de Salud o las Gerencias Regionales de Salud en todo el país, administran el programa de vigilancia sanitaria del abastecimiento del agua, concordante a sus competencias y con arreglo al presente Reglamento. Las acciones del programa de vigilancia se organizan de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Registro.- Identificación de los proveedores y caracterización de los sistemas de abastecimiento de agua;
2. Ámbito.- Definición de las zonas de la actividad básica del programa de vigilancia, distinguiendo el ámbito de residencia: urbano, peri urbano y rural, a fin de determinar la zona de trabajo en áreas geográficas homogéneas en cuanto a tipo de suministro, fuente y administración del sistema de abastecimiento del agua;
3. Autorización sanitaria.- Permiso que otorga la autoridad de salud que verifica los procesos de potabilización el agua para consumo humano, garantizando la remoción de sustancias o elementos contaminantes para la protección de la salud;
4. Monitoreo.- Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua;
5. Calidad del agua.- Determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano establecidos en el presente Reglamento; y
6. Desarrollo de Indicadores.- Procesamiento y análisis de los resultados de los monitoreos de la calidad del agua, del sistema de abastecimiento y del impacto en la morbilidad de las enfermedades de origen o vinculación al consumo del agua.

### Artículo 15°.- Sistema de información

La DIGESA norma, organiza y administra el Sistema Nacional de Información de la Vigilancia Sanitaria del Agua para Consumo Humano, a través de la estructura orgánica de las DIRESAs, GRSs, DISAs, Gobiernos Locales, Proveedores, Organismos de supervisión y Consumidores.

### Artículo 16°.- Difusión de información

La DIGESA consolida la información nacional referente a la calidad del agua, así como las autorizaciones y registros normados en este Reglamento, publicándose y distribuyéndose periódicamente. La DISA o DIRESA o GRS, según corresponda, consolidará la información de su jurisdicción, para lo cual se ajustará a las directivas que sobre la materia la DIGESA emita.

### Artículo 17°.- Vigilancia epidemiológica

La Dirección General de Epidemiología (DGE) del Ministerio de Salud es responsable de la organización y coordinación de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades vinculadas al consumo del agua y le corresponde:



**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. <i>E. Coli</i>	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.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº 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 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)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	$\text{mg L}^{-1}$	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} \text{L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{-} \text{L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	$\text{mg N L}^{-1}$	1,5
12. Hierro	$\text{mg Fe L}^{-1}$	0,3
13. Manganeso	$\text{mg Mn L}^{-1}$	0,4
14. Aluminio	$\text{mg Al L}^{-1}$	0,2
15. Cobre	$\text{mg Cu L}^{-1}$	2,0
16. Zinc	$\text{mg Zn L}^{-1}$	3,0
17. Sodio	$\text{mg Na L}^{-1}$	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad



**ANEXO III**
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE  
 PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS**

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 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
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL <sup>-1</sup>	0,01
3. Aceites y grasas	mgL <sup>-1</sup>	0,5
4. Alacloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
5. Aldicarb	mgL <sup>-1</sup>	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
7. Benceno	mgL <sup>-1</sup>	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,001
10. Endrín	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL <sup>-1</sup>	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
14. Metoxicloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL <sup>-1</sup>	0,009
16. 2,4-D	mgL <sup>-1</sup>	0,030
17. Acrilamida	mgL <sup>-1</sup>	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL <sup>-1</sup>	0,0003
20. Benzopireno	mgL <sup>-1</sup>	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,03
22. Tetracloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,04



## Anexo 03: Manual ASTM D 4448:2001MJ

### **Lineamientos generales para el muestreo de agua subterránea en pozos de monitoreo**

**Objetivo:** describir las operaciones generales a llevar a cabo antes y durante la toma de muestras de agua subterránea en pozos de monitoreo.

#### **Referencias**

Los siguientes lineamientos han sido elaborados sobre la base de los documentos que se citan a continuación:

- ASTM D 4448/01(2013) - Standard Guide for Sampling Ground-Water Monitoring Wells
- US EPA SESD PROC-301-R3 Groundwater sampling

#### **-Consideraciones generales**

Debido a su fundamental importancia con el objeto de obtener una muestra representativa de las condiciones actuales del acuífero, el procedimiento de muestreo debe ser llevado a cabo por personal capacitado para tal fin, asegurando además, la utilización de dispositivos y materiales adecuados y acondicionados en función de los parámetros a analizar.

#### **- Operaciones iniciales**

Como punto de partida se verificará el estado y protecciones del pozo, tomando registro de cualquier anomalía y/o daño observado. A continuación y previo al inicio de las operaciones de purga y extracción de muestras de agua subterránea, deberá constatarse la posible presencia de fase libre no acuosa (FLNA) mediante la utilización de una sonda de interfase; en caso de hallarse no podrá realizarse la toma de muestra de agua y deberá medirse y registrarse la profundidad del nivel freático, y la profundidad y espesor aparente de la Fase Libre No Acuosa (FLNA). Posteriormente, se muestreará la FLNA con bailer descartable o acondicionado para tal fin. El producto colectado será derivado para su análisis tendiente a determinar el corte (GRO/DRO) presente.

#### **-Etapa de purgado**

Como etapa previa a la toma de muestra de agua subterránea el pozo debe ser purgado. La operación de purga es un proceso que consiste en la remoción de un cierto volumen de agua del pozo, el cual es reemplazado por una porción de la zona adyacente que es representativa de las características actuales del acuífero. Existen diferentes tipos de métodos de purga; más adelante se describen los más convencionales: método de remoción de un volumen determinado y método de bajo flujo.

Independientemente del tipo de procedimiento a aplicar, es recomendable y deseable practicar la operación de purga de manera de no introducir alteraciones al sistema subterráneo que promuevan, entre otros efectos, la incorporación de material particulado y pérdida de componentes orgánicos volátiles.

#### **-Purgado del pozo: remoción de un volumen determinado**

Se considera que el agua ubicada por encima de la zona de filtros tiene un escaso recambio y por consiguiente no posee las características generales del acuífero. Este método de purga consiste en la remoción de un volumen de agua determinado para producir un recambio del agua estancada en el mismo. En general se considera que el pozo está en condiciones de ser muestreado cuando se han removido entre 3 a 5 volúmenes de la columna de agua, lo que puede ser constatado a través de la estabilidad de parámetros físico-químicos tales como pH, conductividad y turbiedad del agua removida. Dicha estabilidad se alcanzará cuando al menos tres lecturas consecutivas muestren variaciones cercanas a: pH +/- 0,1, +/- 3 % conductividad y +/- 10 % para turbiedad

Si luego de remover tres volúmenes de agua los parámetros químicos no se han estabilizado de acuerdo a los criterios arriba expuestos, se deberán remover volúmenes adicionales. Si los parámetros no se han estabilizado dentro de los cinco volúmenes queda a criterio del profesional encargado del muestreo el continuar con el proceso de purgado o comenzar con la etapa de toma de muestras.

Para el cálculo inicial del volumen de la columna de agua presente se necesitará realizar la medición del nivel de agua y conocer parámetros de construcción del pozo tales como diámetro y profundidad

$$V = \pi h d^2 / 4$$

h: nivel de agua

d: diámetro del pozo

V: Volumen de la columna de agua.

A partir de este cálculo podrá estimarse el volumen de agua a remover.

Para pozos de recuperación lenta, se debería evitar purgarlos a sequedad. Esto puede lograrse disminuyendo la velocidad de purga. En algunas situaciones, incluso con baja velocidades de purga, un pozo puede ser bombeado a sequedad. En estas situaciones, esto generalmente constituye una purga adecuada, y el pozo puede ser muestreado cuando ha alcanzado una recuperación suficiente. En este caso por consiguiente no es necesario efectuar la remoción de los tres volúmenes de agua.

#### **-Purgado a bajo flujo ("low flow purging")**

Un método alternativo de purga es el método a bajo flujo, el cual está basado en investigaciones que sugieren que velocidades de purga menores a 1 l/min proveen resultados analíticos más reproducibles para análisis de compuestos orgánicos volátiles (VOC's) y metales, que aquellos obtenidos con velocidades de purga altas. El enfoque de muestreo de pozos a bajo flujo se aplica fundamentalmente a pozos que pueden mantener un rendimiento aproximadamente igual a la velocidad de purga.

Tanto la operación de purga como la toma de muestra se realizan a muy bajo caudal de manera de minimizar la perturbación al sistema subterráneo. Utilizando datos específicos de construcción del pozo se determina la profundidad en la que se ubicará la bomba (en general en la porción media zona de filtros) El purgado adecuado se alcanza cuando los parámetros físico-químicos mencionados más arriba se han estabilizado. Los flujos de bombeo generalmente utilizados se encuentran entre (0.1-0.5 ml/min pudiendo llegar a 1l/min) Al inicio del purgado se comienza con velocidades de bombeo aproximadamente de 0.1 l/min, para ir incrementando hacia un valor tal que no cause una depresión del nivel superior a 10 cm. Una vez que el nivel de agua se ha estabilizado y mantenido, se comienza a monitorear los parámetros de campo tales como pH, conductividad, turbiedad, etc. Alcanzada la estabilidad de los mismos se comienza la etapa de muestreo.

(Procedimiento aplicable para pozos de diámetro interno de 25mm o más y de longitud de filtro de 3 m ó menos)

#### **-Equipamiento para la purga**

Independientemente del método de purga seleccionado, el equipamiento a utilizar para realizar dicha operación deberá estar construido o revestido con materiales inertes a fin de evitar cualquier contaminación proveniente de los mismos, y será descontaminado y/o acondicionado previo a su uso. Los materiales recomendados son acero inoxidable o teflón.

En cuanto a los flujos de bombeo, como se mencionó anteriormente para el método Low flow se opera a caudales muy restringidos (0.1-0.5 l/min), por lo tanto se deberá disponer de bombas que permitan trabajar a dichos caudales.

#### **-Toma de muestra de agua subterránea**

Las muestras serán colectadas de forma tal de causar la menor agitación y perturbación posible al sistema subterráneo. El orden de recolección de muestras será de aquellas destinadas al análisis de analitos más volátiles a menos volátiles.

Cuando se utilice bailer, este será descendido y recuperado en forma lenta, utilizando una soga descartable.

Cuando se aplica el método de bajo caudal, la recolección se realiza directamente de la salida de la tubería del equipo de bombeo.

Como consideraciones generales, las muestras deberían ser transferidas directamente del dispositivo de muestreo al envase acondicionado para tal fin de acuerdo a el/los parámetro/s a investigar.

Las muestras destinadas al análisis de compuestos orgánicos volátiles serán colectadas en primer lugar en viales de vidrio de 40ml provistos con septa y sin dejar en su interior cámara de aire (debe observarse ausencia de burbujas cuando el vial ya cerrado se invierte sobre la palma de la mano, caso contrario recolectar nuevamente la muestra). El caudal para la toma de muestra de VOC's será lo suficientemente bajo para minimizar cualquier efecto de agitación de la muestra. (en general aproximadamente 0.1ml/min)

**Anexo 04:** Panel fotográfico



**Figura 13:** Toma de muestras del punto de captación del manantial de Campanani.



**Figura 14:** Toma de la última muestra del manantial de Campanani.



**Figura 15:** Toma de muestras del punto de captación manantial de Jake Leche Phujo.



**Figura 16:** Conservación de las muestras tomadas del manantial de Jake Leche Phujo.



**Figura 17:** Conservación de las muestras tomadas del manantial de Cancharani.



**Figura 18:** Muestras tomadas para el análisis de los parámetros microbiológicos al laboratorio.

**Anexo 05:** Resultado de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos del manantial Campani



**BHIOS**  
LABORATORIOS

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



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado  
Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 7911-2025**  
**PÁGINA 1 DE 3**

<b>SOLICITANTE</b>	: GROVER WELET PINEDA MAMANI
<b>DIRECCIÓN</b>	Jr Los Incas # 145 - puno
<b>PRODUCTO DECLARADO</b>	: AGUA POTABLE
<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>	: Líquido transparente.
<b>CODIFICACIÓN / MARCA</b>	: Campanani
<b>DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE</b>	: 0112/2025 16:33 Procedencia: Puno-Puno-Puno : 01 muestra de 3350 mL aprox Compuesta por 01 envase PE de 1000
<b>TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA</b>	: 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>	: 0789-2025
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 01/12/2025

**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-08-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. Quifones 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

**Figura 19:** Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras del manantial Campani..



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



Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 7911-2025**  
**PÁGINA 2 DE 3**

**RESULTADOS**

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA POTABLE Campanani	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes totales	120	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	2.2	NMP/100mL
MB	Larvas de Helminthos (Cuantificación 1L)*	<1	Org./L
MB	Recuento de Heterótrofos en Placa	18(e)	ufc/mL
MB	Quistes y ooquistes 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-Copéodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	Huevos de Helminthos (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> )	84.86	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 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.
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 ooquistes 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.

PRR-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. Quíñones 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

**Figura 20:** Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras del manantial Campani.



**BHIOS**  
LABORATORIOS

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



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Base  
Acreditado

Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 7911-2025**  
**PÁGINA 3 DE 3**

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 Campanari	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 02/12/2025 al 02/12/2025  
MB 02/12/2025 al 02/12/2025

**FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS :** 02/12/2025



**B. Miguel Valdivia Martínez**  
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-06-F-05-E 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

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

**Figura 21:** Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras.



**BHIOS**  
LABORATORIOS

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



INACAL  
DA - Perú  
Organismo de  
Acreditación

Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 7111-2025**  
**PÁGINA 1 DE 3**

<b>SOLICITANTE</b>	: GROVER WELET PINEDA MAMANI
<b>DIRECCIÓN</b>	: Jr Los incas # 145 - puno
<b>PRODUCTO DECLARADO</b>	: AGUA POTABLE
<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>	: Líquido transparente.
<b>CODIFICACIÓN / MARCA</b>	: Jake Leche Phujo (M2)
<b>DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE</b>	: 01/12/2025 10:38 Procedencia: Puno-Puno-Puno
<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>	: 0785-2025
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 01/12/2025

**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.

RRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG

Página 1 de 2

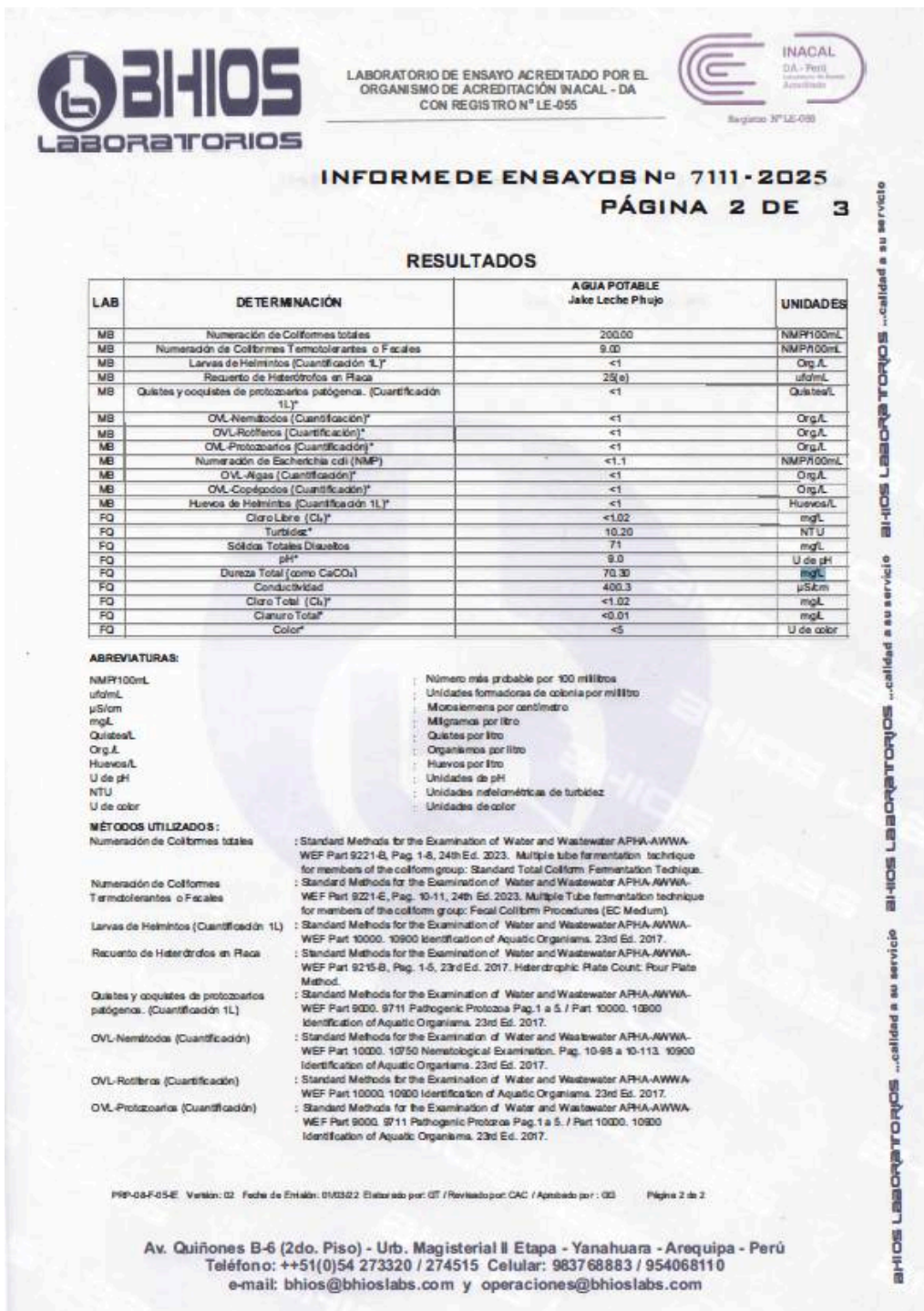
Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 214252 / 274515 Celular: 983784251 / 954068985  
e-mail: bhios@bhaoslabs.com y operaciones@bhaoslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

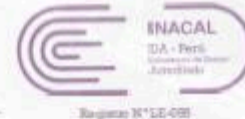
**Figura 22:** Certificado de análisis de los parámetros Organoléptico, químico y microbiológicos de las muestras del manantial Jake Leche Phujo.



**Figura 23:** Certificado de análisis de los parámetros Microbiológicos de las muestras del manantial Jake Leche Phujo.



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



INFORME DE ENSAYOS N° 7111 - 2025  
PÁGINA 3 DE 3

mg/L : Miligramos por litro

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Metas 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 "<^" 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 Jake Leche Phujo	UNIDADES
FQ	Cloruro (Cl <sup>-</sup> ) <sup>*</sup>	0.01	0.10	0.31	mg/L
FQ	Fluoruro (F <sup>-</sup> ) <sup>*</sup>	0.001	0.010	0.030	mg/L
FQ	Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) <sup>*</sup>	0.01	0.10	1.83	mg/L
FQ	Nitrato (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) <sup>*</sup>	0.002	0.020	<0.020	mg/L
FQ	Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) <sup>*</sup>	0.01	0.10	1.25	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 21 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 02/12/2025 al 02/12/2025

MB 02/12/2025 al 02/12/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 02/12/2025



Migo. Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico

Fin del Informe