

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**CALIDAD DE AGUA DEL MANANTIAL PARA CONSUMO HUMANO DE LA  
COMUNIDAD LOS ANDES CANCHARANI - PUNO 2025**

**PRESENTADA POR:**

**ALEX RONY MAMANI MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2026**



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



5.09%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 15 MAY 2026, 12:59 AM

## Originality & Authorship Report

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

● IDENTICAL  
0.65%

● CHANGED TEXT  
4.43%

## Report #33115627

ALEX RONY MAMANI MAMANI // CALIDAD DE AGUA DEL MANANTIAL PARA CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD LOS ANDES CANCHARANI - PUNO

2025 RESUMEN La presente investigación tuvo como objetivo determinar la calidad del agua del manantial destinado al consumo humano, mediante la evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y su comparación con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1. **7** El estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo, de diseño no experimental y corte transversal.

La recolección de muestras se realizó siguiendo el protocolo establecido para aguas destinadas a consumo humano, siendo posteriormente analizadas en laboratorio acreditado. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos como pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, cloruros, sulfatos, nitratos y manganeso; así como parámetros microbiológicos como coliformes totales y coliformes termotolerantes. Los resultados evidenciaron que los valores fisicoquímicos se encuentran dentro de rangos adecuados, reflejando estabilidad hidroquímica y ausencia de alteraciones significativas en la composición del recurso. Asimismo, los análisis microbiológicos no detectaron presencia de indicadores de contaminación fecal en las muestras evaluadas. La comparación con la normativa vigente permitió establecer que todos los parámetros normados cumplen con los límites

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

**CALIDAD DE AGUA DEL MANANTIAL PARA CONSUMO HUMANO DE LA  
COMUNIDAD LOS ANDES CANCHARANI - PUNO 2025**

**PRESENTADA POR:**

**ALEX RONY MAMANI MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

:



M.Sc. KORINA ASQUI GOMEZ

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mtra. NATALY SILVIA GARCIA VILCA

ASESOR DE TESIS

:



Mg. LUIS ALBERTH ROSSEL BERNEDO

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 19 de mayo del 2026.

## DEDICATORIA

A mi padre, Braulio, por su ejemplo de esfuerzo, honestidad y perseverancia, por enseñarme que el trabajo constante es el camino para alcanzar las metas.

A mi madre, Yolanda, por su amor incondicional, paciencia y apoyo permanente en cada etapa de mi formación, por ser mi fortaleza y mi mayor inspiración para culminar esta etapa profesional.

Este logro es también de ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos y a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por brindarme la formación académica y profesional que hizo posible la realización de la presente investigación.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por sus enseñanzas y orientación durante mi formación universitaria.
- A los miembros del jurado evaluador, por sus valiosas observaciones y aportes que contribuyeron al fortalecimiento del presente trabajo de investigación.
- A mi asesor de tesis, por su orientación, apoyo y acompañamiento constante en el desarrollo y culminación de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

### 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	16
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>16</b>
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	16
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	18
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES	19
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>20</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>22</b>
2.1.1. EL AGUA COMO RECURSO VITAL Y DERECHO HUMANO	22

2.1.2. AGUA SUBTERRÁNEA Y MANANTIALES ALTOANDINOS	22
2.1.3. MARCO NORMATIVO: ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA (D.S. N.º 004-2017-MINAM)	23
2.1.4. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA	24
2.1.5. PARÁMETROS INORGÁNICOS DEL AGUA	25
2.1.6. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS: INDICADORES DE CONTAMINACIÓN	25
2.1.7. MONITOREO ESTACIONAL Y USO DE ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA	26
2.1.8. MARCO NORMATIVO DE CALIDAD DEL AGUA EN EL PERÚ	27
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>28</b>
<b>2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>29</b>
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	29
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	29
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>☺ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>30</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>32</b>
3.2.1. POBLACIÓN	32
3.2.2. MUESTRA	32
<b>3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS</b>	<b>32</b>
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:	32
3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3.3. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO	33
<b>3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>34</b>

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

<b>4.1. ANÁLISIS DE OBJETIVO ESPECÍFICO 1</b>	<b>35</b>
4.1.1. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)	36
4.1.2. TURBIDEZ (NTU)	36
4.1.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (MS/CM)	36
4.1.4. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)	36
4.1.5. DUREZA TOTAL (MG/L $\text{CaCO}_3$ )	37
4.1.6. CLORUROS (MG/L)	37
4.1.7. SULFATOS (MG/L)	37
4.1.8. NITRATOS (MG/L)	37
4.1.9. MANGANESO (MG/L)	38
<b>4.2. ANÁLISIS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2</b>	<b>38</b>
4.2.1 COLIFORMES TOTALES	38
4.2.2. COLIFORMES TERMOTOLERANTES	39
<b>4.3. ANÁLISIS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3</b>	<b>39</b>
<b>4.4. CONTRASTE DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS</b>	<b>48</b>
4.4.1. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS GENERAL	48
4.4.2. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	49
4.4.3. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	49
4.4.4. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3	49
<b>4.5. DISCUSIÓN</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>52</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Operacionalización de variables	34
<b>Tabla 02:</b> Resultados fisicoquímicos del análisis de laboratorio	35
<b>Tabla 03:</b> Resultados microbiológicos reportados por laboratorio	38
<b>Tabla 04:</b> Comparación de resultados con el ECA Categoría 1 – A1	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Ubicación de la Comunidad Los Andes Cancharani	31
<b>Figura 02:</b> Ubicación del manantial de la Comunidad Los Andes Cancharani	31
<b>Figura 03:</b> Comparación del pH con el rango establecido por el ECA	40
<b>Figura 04:</b> Comparación de la turbidez con el límite máximo permitido	41
<b>Figura 05:</b> Comparación de la conductividad eléctrica con el límite máximo permitido	42
<b>Figura 06:</b> Comparación de sólidos disueltos totales con el límite máximo permitido	43
<b>Figura 07:</b> Comparación de la dureza total con el límite máximo permitido	44
<b>Figura 08:</b> Comparación de cloruros con el límite máximo permitido	45
<b>Figura 09:</b> Comparación de sulfatos con el límite máximo permitido	46
<b>Figura 10:</b> Comparación de nitratos con el límite máximo permitido	47
<b>Figura 11:</b> Comparación de manganeso con el límite máximo permitido	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de Consistencia	59
<b>Anexo 02:</b> Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Categoría 1: Poblacional y Recreacional - Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.	61
<b>Anexo 03:</b> Rótulo de Identificación de Muestra establecido por la Resolución Directoral N.º 160-2015-DIGESA	71
<b>Anexo 04:</b> Informe de Laboratorio	72
<b>Anexo 05:</b> Panel Fotográfico	73

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la calidad del agua del manantial destinado al consumo humano, mediante la evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y su comparación con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1. El estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo, de diseño no experimental y corte transversal. La recolección de muestras se realizó siguiendo el protocolo establecido para aguas destinadas a consumo humano, siendo posteriormente analizadas en laboratorio acreditado. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos como pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, cloruros, sulfatos, nitratos y manganeso; así como parámetros microbiológicos como coliformes totales y coliformes termotolerantes. Los resultados evidenciaron que los valores fisicoquímicos se encuentran dentro de rangos adecuados, reflejando estabilidad hidroquímica y ausencia de alteraciones significativas en la composición del recurso. Asimismo, los análisis microbiológicos no detectaron presencia de indicadores de contaminación fecal en las muestras evaluadas. La comparación con la normativa vigente permitió establecer que todos los parámetros normados cumplen con los límites máximos permisibles establecidos para aguas destinadas al abastecimiento humano. En consecuencia, se concluye que el manantial evaluado presenta condiciones adecuadas de calidad al momento del estudio, constituyéndose en una fuente apta para consumo humano, siempre que se mantengan medidas de vigilancia y monitoreo periódico que aseguren la conservación de sus características en el tiempo.

**Palabras Clave:** Calidad del agua, Estándares de calidad ambiental, Manantial, Parámetros fisicoquímicos, Parámetros microbiológicos.

## ABSTRACT

The present research aimed to determine the quality of spring water intended for human consumption through the evaluation of physicochemical and microbiological parameters and their comparison with the Environmental Quality Standards established in Supreme Decree No. 004-2017-MINAM, Category 1 – Subcategory A1. The study was developed under a descriptive approach, with a non-experimental and cross-sectional design. Water samples were collected following the protocol established for water intended for human consumption and were subsequently analyzed in an accredited laboratory. The physicochemical parameters evaluated included pH, turbidity, electrical conductivity, total dissolved solids, chlorides, sulfates, nitrates, and manganese, as well as microbiological parameters such as total coliforms and thermotolerant coliforms. The results showed that the physicochemical values were within acceptable ranges, reflecting hydrochemical stability and the absence of significant alterations in the composition of the water resource. Likewise, the microbiological analyses did not detect indicators of fecal contamination in the evaluated samples. The comparison with current regulations established that all evaluated parameters complied with the maximum permissible limits established for water intended for human supply. Consequently, it was concluded that the evaluated spring presented adequate quality conditions at the time of the study, constituting a suitable source for human consumption, provided that periodic monitoring and surveillance measures are maintained to preserve its characteristics over time.

**Keywords:** Water quality, Environmental quality standards, Spring, Physicochemical parameters, Microbiological parameters.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural indispensable para la vida, el desarrollo social y el equilibrio de los ecosistemas. Su disponibilidad en condiciones adecuadas de calidad es un factor determinante para la salud pública, la seguridad alimentaria y el bienestar de las poblaciones. A nivel mundial, la problemática asociada a la contaminación de fuentes de agua ha generado creciente preocupación, especialmente en zonas rurales donde el acceso a sistemas formales de tratamiento y monitoreo es limitado. La Organización Mundial de la Salud ha señalado que el consumo de agua no segura constituye una de las principales causas de enfermedades de origen hídrico, lo que evidencia la necesidad de evaluar permanentemente la calidad de las fuentes destinadas al abastecimiento humano.

En el Perú, numerosas comunidades dependen de manantiales y otras fuentes naturales como principal recurso hídrico para consumo doméstico. Si bien los manantiales suelen considerarse fuentes relativamente protegidas debido a su origen subterráneo, ello no garantiza que estén exentos de posibles alteraciones en su composición. La infiltración de escorrentías superficiales, la actividad agropecuaria en zonas cercanas, la presencia de residuos sólidos o el uso inadecuado del entorno pueden influir en la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua. Asimismo, factores geológicos propios del terreno pueden modificar la concentración de ciertos elementos disueltos, incluidos metales y sales minerales.

La calidad del agua se determina mediante la evaluación de parámetros que permiten caracterizar tanto su composición química como su condición sanitaria. Entre los parámetros fisicoquímicos más relevantes se encuentran el potencial de hidrógeno (pH), la turbidez, la conductividad eléctrica, los sólidos disueltos totales, los nitratos, los cloruros, los sulfatos y manganeso. Estos indicadores permiten conocer la estabilidad química del recurso, su grado de mineralización y la posible presencia de sustancias que puedan representar riesgos para la salud. Por otro lado, los parámetros microbiológicos, tales como coliformes totales y coliformes termotolerantes, constituyen indicadores

fundamentales para detectar contaminación de origen fecal y evaluar la seguridad sanitaria del agua.

La normativa ambiental peruana establece criterios específicos para la calidad de las aguas destinadas al abastecimiento humano. El D.S. N.º 004-2017-MINAM define los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, estableciendo límites máximos permisibles para distintos parámetros según la categoría de uso. En el caso de fuentes destinadas al consumo humano, la comparación de los resultados obtenidos en laboratorio con estos estándares permite determinar si el recurso cumple con las condiciones mínimas requeridas para su utilización.

En la comunidad Los Andes Cancharani, ubicada en el distrito de Puno, el manantial constituye una fuente de abastecimiento utilizada por la población para consumo y actividades domésticas. A pesar de su importancia, no se cuenta con información técnica reciente que permita conocer con precisión su estado actual de calidad. La ausencia de evaluaciones sistemáticas puede generar incertidumbre respecto a su condición fisicoquímica y microbiológica, lo cual hace necesario realizar un estudio que proporcione evidencia objetiva basada en análisis de laboratorio.

En ese contexto, la presente investigación tuvo como propósito determinar la calidad del agua del manantial mediante la evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, así como su comparación con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para aguas destinadas al consumo humano. El estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo, con diseño no experimental y de corte transversal, realizando la recolección de muestras siguiendo los protocolos técnicos establecidos y su posterior análisis en laboratorio acreditado. Los resultados obtenidos permiten caracterizar el estado del recurso hídrico al momento del estudio y establecer su grado de cumplimiento normativo.

Por tanto, la investigación realizada con este fin tiene la estructura secuencial siguiente: Capítulo I. Planteamiento del Problema, donde se presenta la descripción de la

problemática, la formulación del problema general y los problemas específicos, así como los objetivos, la justificación y las delimitaciones del estudio.

Capítulo II. Marco teórico, conceptual e hipótesis de la investigación, que contiene los antecedentes relevantes, los fundamentos teóricos sobre calidad del agua y los parámetros evaluados, así como el marco normativo aplicable y la formulación de hipótesis.

Capítulo III. Metodología de la Investigación, en el cual se detallan el enfoque, tipo y diseño del estudio, la población y muestra, el procedimiento de muestreo, el análisis de laboratorio, la operacionalización de variables y el procesamiento de la información.

Capítulo IV. Exposición y análisis de los resultados, donde se presentan los resultados obtenidos, su interpretación técnica y la comparación con la normativa vigente.

Finalmente, se incluyen las conclusiones y recomendaciones derivadas del cumplimiento de los objetivos planteados, así como las referencias bibliográficas y anexos correspondientes.

## CAPÍTULO I

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

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acceso a agua segura es un reto mundial que aún no se resuelve plenamente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que alrededor de 2 200 millones de personas no cuentan con servicios de agua potable gestionados de forma segura, y que el consumo de agua contaminada causa aproximadamente 505 000 muertes por diarreas al año (OMS, 2023). En comunidades rurales y periurbanas, donde la población depende de manantiales o pozos sin protección, la exposición a contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos representa una amenaza constante para la salud pública.

En el Perú, para muchas familias que viven en zonas rurales, ir a buscar agua al manantial es una costumbre diaria que une generaciones. Se dirigen con sus recipientes y la esperanza de que el agua que llevan a casa será lo suficientemente limpia para sus hijos y seres queridos. Sin embargo, tras esa rutina cotidiana se esconden dudas y una preocupación que crece en cada estación lluviosa: “¿Será realmente sana el agua que tomamos?”. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el año 2020 más del 68% de la población rural consume agua que no era considerada potable, generalmente proveniente de ríos, acequias o manantiales sin tratamiento (INEI, 2020). Esta realidad expone a miles de familias a enfermedades diarreicas agudas y parasitosis intestinales, lo que refleja la necesidad de un monitoreo constante de los parámetros de calidad del agua. Para afrontar esta problemática, el Estado peruano, mediante el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, ha establecido los Estándares de Calidad

Ambiental (ECA) para cuerpos de agua superficiales destinados al abastecimiento de agua para consumo humano, siendo aplicable la Categoría 1, subcategoría A1, que se refiere a fuentes destinadas a tratamiento de desinfección (MINAM, 2017). Sin embargo, la supervisión y el cumplimiento de estos estándares en zonas rurales aún es limitada.

La región Puno es una de las más afectadas por esta problemática. Según el INEI (2024), sólo el 37.9% de los hogares puneños cuenta con agua por red pública de manera continua (24 horas del día), porcentaje inferior al promedio nacional. Esta limitación obliga a gran parte de la población a recurrir a fuentes alternas como manantiales, pozos o acequias, sin garantizar su inocuidad (INEI, 2024). Estudios recientes han demostrado la presencia de coliformes fecales en manantiales de El Collao, atribuyendo a esta contaminación brotes de diarrea y parasitosis en la población local (Contreras et al. 2023). Estas evidencias sugieren que las fuentes de agua de Puno, pese a su apariencia limpia, pueden no cumplir con los parámetros establecidos por la normativa nacional.

En el ámbito local, la comunidad Los Andes Cancharani, ubicada en el distrito de Puno, depende principalmente de un manantial como fuente de agua para consumo humano. Sin embargo, este recurso carece de infraestructura de protección y de un sistema de tratamiento. Testimonios de los propios vecinos señalan que el agua se consume sin desinfección, generando preocupación por los riesgos a la salud (Diario Los Andes, 2022). Factores como la escorrentía durante las lluvias, la infiltración de aguas residuales domésticas y las actividades agropecuarias cercanas incrementan la probabilidad de contaminación microbiológica y química.

Las causas principales del problema se relacionan con la falta de infraestructura de potabilización, la ausencia de monitoreo regular y la presión de actividades humanas en el entorno del manantial. Entre las consecuencias más importantes están la exposición de la población a enfermedades gastrointestinales, el deterioro de la salud de niños y adultos mayores, y la dificultad de las autoridades locales para implementar estrategias de prevención. Frente a ello, se hace imprescindible realizar una evaluación integral de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de Los Andes Cancharani,

contrastando los resultados con los límites establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1, subcategoría A1, con el fin de generar evidencia científica que sustente acciones correctivas y de protección de la salud de la comunidad.

### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la calidad del agua del manantial para consumo humano de la comunidad Los Andes Cancharani de Puno – 2025?

### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del manantial?
- ¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos presentes en el agua del manantial?
- ¿Cuál es el grado de cumplimiento del agua del manantial respecto a los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1?

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Armijos et al. (2025), evaluaron la calidad del agua en la microcuenca del río Columbe, Ecuador, un área agrícola andina. Encontraron DBO de hasta 49,8 mg/L y DQO de 99,6 mg/L, cifras que exceden las normas nacionales y reflejan fuerte contaminación difusa. Aplicando análisis fisicoquímicos y ecológicos, concluyeron que es urgente realizar monitoreo regular para prevenir daños ecológicos, una medida absolutamente relevante y comparable para la problemática de Los Andes Cancharani.

Franco (2023), examinó la calidad del agua de consumo doméstico en 90 puntos de la parroquia Baba, Ecuador. Identificó que solo el 12% de las muestras era apta para consumo, mientras que parámetros como turbidez (8,51 UNT, límite 5 UNT) y sólidos disueltos totales (278,67 mg/L, límite 100 mg/L) sobrepasan lo permitido. El análisis se realizó mediante monitoreo distribuido y comparación con la normativa nacional. La

conclusión resalta la urgente necesidad de mejorar el control de la calidad del agua en ámbitos rurales.

Kamani et al. (2023), evaluaron la calidad del agua en los embalses Chahnimeh, Irán, considerando tanto índices NSFQI (29,4-49,3) como simulaciones de riesgo por Monte Carlo, enfocadas en nitratos. Sus hallazgos mostraron que el agua se clasifica como pobre y el Hazard Quotient para nitratos en niños llegó a 1,60, señalando un riesgo sanitario. Ellos concluyeron que es primordial fortalecer el monitoreo y la gestión de fuentes de agua en regiones vulnerables.

Vásquez (2022), evaluó la calidad del agua en la quebrada Condorguayco (Ecuador) combinando monitoreo estacional, análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, y la identificación de macroinvertebrados como bioindicadores. Los resultados mostraron que, aunque el pH (6,4-7,2), la dureza total (80-110 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ) y los sólidos disueltos totales (65-90 mg/L) estuvieron dentro de los límites aceptables, la turbidez alcanzó 12,5 UNT y los coliformes fecales se situaron entre 180 y 240 NMP/100 mL, ambos sobre los límites normativos. Además, se identificó la presencia de 3 048 macroinvertebrados de 24 familias, destacando Chironomidae e Hyalellidae como indicadores de impacto antropogénico. La autora concluye que la contaminación microbiológica y las presiones humanas comprometen tanto la salud poblacional como la integridad ecológica, subrayando la necesidad de seguimiento y protección de fuentes hídricas en escenarios rurales.

Contreras (2020), evaluó el desempeño del sistema de Agua Potable Rural (APR) en Bahía Mansa, en la Región de Los Lagos, Chile, identificando importantes brechas en abastecimiento hídrico durante los meses estivales. Según encuestas realizadas a 34 usuarios, representando el 21,6 % del total de usuarios activos, se determinó que en la cuenca de captación del río Tranallaguin la seguridad de abastecimiento fue del 94 %, mientras que en la cuenca del estero Sin Nombre fue sólo del 64 % durante ese período. Además, se detectaron concentraciones de hierro y manganeso superiores a los límites máximos permitidos (0,3 mg/L para hierro y 0,1 mg/L para manganeso) conforme a la

norma chilena NCh N.º 409, junto con la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*, lo que pone en riesgo la calidad del agua distribuida.

### 1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Antesano et al. (2025), realizaron un estudio en Huancayo enfocado en la evaluación microbiológica y fisicoquímica del agua de un manantial destinado al consumo humano. El objetivo fue determinar su calidad según lineamientos nacionales. Analizaron cuatro puntos de muestreo y hallaron ausencia total de coliformes fecales y totales (<1 UFC/100 mL), mientras que parámetros fisicoquímicos como pH (7,90-8,13) y sólidos disueltos totales (236 mg/L, límite 1000 mg/L) estuvieron dentro de la normativa vigente. Para ello, aplicaron muestreo puntual y métodos analíticos estandarizados. Los autores advierten que futuros cambios antrópicos podrían afectar la calidad, recomendando monitoreo periódico.

Bermudo (2025), evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo en la comunidad de Yuraccyacu, Cangallo, Ayacucho, en dos temporadas. Recolectó 12 muestras y midió turbidez, metales y bacterias aplicando normas OMS y D.S. N. 031-2010-SA. En época de lluvias, la turbidez (12,5 UNT), aluminio (0,35 mg/L), hierro (0,62 mg/L), arsénico (0,02 mg/L) y plomo (0,015 mg/L) superaron los límites; los coliformes totales alcanzaron 160 NMP/100 mL y *E. coli* 60 NMP/100 mL, evidenciando contaminación fecal. Bermudo concluyó que el agua no es apta para beber en época húmeda y recomendó protección de la fuente, monitoreo continuo y capacitación.

Bellido (2021), evaluó la calidad del agua subterránea en el sector Remanso de Characato, Arequipa, a través de monitoreos realizados en cuatro estaciones y considerando ambas épocas (seca y lluviosa). El objetivo fue comparar los resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para aguas destinadas a consumo humano. Se analizaron parámetros fisicoquímicos y metales pesados, encontrando que la dureza total (540 mg/L CaCO<sub>3</sub>), sulfatos (280 mg/L), sólidos disueltos totales (1200 mg/L), arsénico (0,05 mg/L) y boro (1,2 mg/L) superaron los límites permisibles, pese a que los indicadores microbiológicos permanecieron dentro de rangos aceptados. A partir del

análisis de riesgo, Bellido concluye que la exposición prolongada a estos contaminantes representa un peligro sanitario, recomendando implementar sistemas de tratamiento y monitoreo permanente.

### **1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Mamani (2025), realizó una evaluación de la calidad del agua del manantial de Huallatiri en Desaguadero, provincia de Chucuito, Puno. Aplicando una metodología descriptiva y no experimental, recolectó muestras tanto en el brote del manantial como en la poza de acumulación, analizando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los resultados mostraron temperatura de 10.88 °C, pH 7.07, y conductividad eléctrica de 1697.50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con sólidos disueltos totales de 798.50 mg/L; aunque la mayoría dentro de límites, la conductividad superó lo permitido. En el aspecto microbiológico, los coliformes termotolerantes alcanzaron 25/100 mL, muy por encima del máximo permitido, y organismos de vida libre llegaron a  $4.5 \times 10^6$  org/L. El autor concluye que el agua del manantial no cumple los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA y, por tanto, no es apta para el consumo humano, recomendando implementar tratamiento y monitoreo permanente, una realidad compartida por otras comunidades rurales puneñas.

Paccari (2025), evaluó la calidad del agua de tres pozos del sector Chanchuyo, centro poblado de Pucarlaya, distrito de Puno, con el objetivo de determinar su aptitud para consumo humano. El estudio empleó metodología descriptiva no experimental, siguiendo el Protocolo Nacional de la ANA para recolectar y analizar muestras. Los resultados fisicoquímicos como pH (6,86), conductividad eléctrica (75,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), dureza total (357,84 mg/L) y turbidez (0,10 NTU) cumplieron con los límites máximos permisibles del D.S. 031-2010-SA. Sin embargo, se detectó presencia de coliformes totales y fecales (<1 UFC/100 mL) en todas las muestras, incumpliendo el estándar de ausencia total exigido por la normativa. El autor concluyó que, a pesar de la calidad química aceptable, la contaminación bacteriana vuelve el agua no apta para consumo humano, recomendando implementar tratamiento y monitoreo para proteger la salud pública en comunidades rurales similares.

Flores et al. (2024), realizaron un monitoreo de seis años en distintas bahías del Lago Titicaca, abarcando zonas de Perú y Bolivia. Detectaron valores elevados de fosfato-P (0,035 mg/L), DBO (5 mg/L) y coliformes totales (1000 NMP/mL) en la bahía de Yunguyo, superando los límites sugeridos para consumo humano. Utilizaron análisis microbiológicos y muestreo prolongado, concluyendo que la persistencia de estos contaminantes representa un riesgo sanitario constante. Los resultados destacan la importancia del monitoreo sostenido.

Roque (2024), analizó la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua destinada al consumo humano en el distrito de Santiago de Pupuja, provincia de Azángaro, Puno. El estudio se basó en 27 muestras tomadas entre manantial, reservorio y piletas domiciliarias durante tres meses. Encontró que los coliformes totales variaron entre 12,40 y 141,00 NMP/100 mL, y los coliformes termotolerantes entre 3,00 y 9,77 NMP/100 mL, superando en ambos casos los límites del D.S. 031-2010-SA. Además, se observó que el sulfato alcanzó niveles de 208,00 a 343,33 mg/L, igualmente fuera de norma. En contraste, parámetros como dureza (30,00–53,00 mg/L), pH (7,37–8,13), conductividad eléctrica (399,00–649,33  $\mu$ S/cm), nitratos (1,00–1,67 mg/L) y hierro (0,00 mg/L) cumplieron la normativa vigente. Roque concluyó que la contaminación bacteriana y el exceso de sulfatos afectan la aptitud del agua para consumo, recomendando implementar tratamiento y monitoreo continuo en fuentes rurales similares.

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

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

Determinar la calidad del agua del manantial para consumo humano de la comunidad los Andes Cancharani, distrito de Puno – 2025.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del manantial.
- Evaluar el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos presentes en el agua del manantial.

- Comparar los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1, para determinar su grado de cumplimiento.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. EL AGUA COMO RECURSO VITAL Y DERECHO HUMANO

En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas dictaminó que el acceso al agua potable y al saneamiento seguro constituye un derecho humano fundamental, esencial para el ejercicio de todos los demás derechos y la dignidad de las personas (UN General Assembly, 2010). La Organización Mundial de la Salud, en su cuarta edición de las Guías para la calidad del agua potable, refuerza este principio destacando que el agua limpia y segura es vital para prevenir enfermedades transmitidas por el agua, especialmente en comunidades rurales vulnerables (World Health Organization, 2022). En comunidades del altiplano peruano, como Cancharani, los manantiales o “ojos de agua” son recursos clave para el consumo doméstico; sin embargo, estas fuentes pueden verse comprometidas tanto por factores geológicos como por actividades humanas, lo que subraya la necesidad de evaluarlas para proteger la salud pública y garantizar el derecho al agua segura (Choque et al., 2021).

##### 2.1.2. AGUA SUBTERRÁNEA Y MANANTIALES ALTOANDINOS

En regiones altoandinas como el altiplano peruano, los manantiales también conocidos como ojos de agua representan una fuente vital de abastecimiento hídrico donde las redes públicas son limitadas. Más allá de su valor social y cultural, estos manantiales son producto de la dinámica de recarga hidrológica y la geología local, lo que determina su vulnerabilidad a la contaminación por metales y microbiológica (Choque et al., 2021).

Un estudio realizado en distritos como Andahuaylas, Talavera y Chiara reveló que actividades extractivas tanto legales como informales aumentan la presencia de metales pesados (como arsénico, plomo y cadmio) en manantiales altoandinos, especialmente durante la estación seca (Choque et al., 2021). Esta conclusión es reforzada por otras investigaciones, como la llevada a cabo en Puno, donde manantiales como Chintipuquio y Asnopusquio mostraron calidad microbiológica inaceptable, lo que demuestra que la contaminación bacteriana es una amenaza recurrente (Baca, 2023).

Por otro lado, un estudio en manantiales ubicados por encima de los 4,500 m.s.n.m. evidenció que su calidad puede mantenerse aceptable, siendo utilizables incluso en proyectos de riego o consumo de alpacas, siempre y cuando se realice un monitoreo continuo (Sucapuca, 2019).

Estas evidencias subrayan la necesidad de evaluar sistemáticamente estos sistemas en contextos altoandinos como Cancharani, considerando tanto los riesgos químicos como microbiológicos, para asegurar su aptitud como fuente de agua potable.

### **2.1.3. MARCO NORMATIVO: ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA (D.S. N.º 004-2017-MINAM)**

La calidad del agua para consumo humano está regulada en el Perú por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, que establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas superficiales. Esta normativa clasifica los cuerpos hídricos según su uso y tratamiento requerido, garantizando la protección de la salud pública y el acceso seguro al agua, especialmente en comunidades rurales y altoandinas.

La Categoría 1, subcategoría A1 de esta norma corresponde a fuentes de agua destinadas al abastecimiento humano que solo requieren tratamiento de desinfección. El D.S. 004-2017-MINAM determina límites máximos permisibles para parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, organolépticos e inorgánicos. Entre los más relevantes se encuentran:

- Arsénico: máximo 0.01 mg/L
- Plomo: máximo 0.05 mg/L

- Nitratos: máximo 10 mg/L
- Turbidez: hasta 5 UNT
- Coliformes termotolerantes: no detectables en 100 mL
- pH: rango de 6.5 a 8.5, (MINAM, 2017)

Estos estándares ofrecen el marco de referencia obligatorio para la evaluación de la aptitud sanitaria de fuentes de agua, y constituyen la base técnica para comparar resultados analíticos, sustentar acciones de mejora, y orientar políticas de manejo hídrico en entornos vulnerables. En el presente estudio, la calidad del agua del manantial de Los Andes Cancharani se evalúa conforme a los parámetros y límites definidos en este marco normativo, cuya vigencia y aplicación responden a la necesidad constitucional de proteger el derecho humano al agua segura.

#### **2.1.4. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA**

La evaluación de la calidad del agua exige medir parámetros fisicoquímicos básicos y críticos que indican su potabilidad y los posibles riesgos para la salud humana. En el contexto normativo peruano actual, estos parámetros están regulados por el D.S. N.º 004-2017-MINAM, que establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas superficiales destinadas a consumo humano (MINAM, 2017). Entre los principales parámetros fisicoquímicos considerados por la normativa se encuentran:

- Turbidez, con límite máximo de 5 NTU, ya que valores mayores pueden proteger patógenos frente a la desinfección y ensucian visualmente el agua.
- pH, rango óptimo entre 6.5 y 8.5, influye en la solubilidad de metales y la estabilidad del tratamiento con cloro.
- Conductividad eléctrica, límite de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , refleja la carga de iones disueltos, como sales o contaminantes de origen antropogénico.
- Metales pesados, por ejemplo: Zinc (Zn): máximo 3.0 mg/L, Manganeseo (Mn): 0.4 mg/L, Níquel (Ni): 0.02 mg/L, Hierro (Fe): 0.3 mg/L, Cobre (Cu): 2.0 mg/L; su presencia eleva el riesgo toxicológico (Ferro et al., 2022).

Diversos estudios en sistemas rurales y urbanos del Perú muestran que, aunque en ocasiones los parámetros fisicoquímicos cumplen el estándar, pueden presentarse deficiencias en el proceso de desinfección, lo que incrementa el riesgo de contaminación microbiológica en viviendas (Ferro et al., 2022). Esto evidencia la necesidad de realizar una evaluación integral de la calidad del agua basada en los parámetros definidos por el ECA actual.

#### **2.1.5. PARÁMETROS INORGÁNICOS DEL AGUA**

Los parámetros inorgánicos son elementos y compuestos minerales presentes en el agua que, cuando superan ciertos límites, pueden representar riesgos para la salud. Entre los más relevantes para consumo humano destacan metales como arsénico, plomo, cadmio y mercurio, además de iones como nitrato, nitrito, cloruro y sulfato (MINAM, 2017).

Su presencia puede deberse a la composición natural del suelo y a actividades humanas, como la agricultura y el manejo de residuos. La exposición prolongada a niveles elevados de estos compuestos puede causar daños neurológicos, renales o enfermedades crónicas (OMS, 2022).

Según el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1, subcategoría A1, existen límites máximos permitidos para cada parámetro, por ejemplo: arsénico 0.01 mg/L, plomo 0.05 mg/L y nitratos 10 mg/L, entre otros (MINAM, 2017). Evaluar estos parámetros en fuentes de agua rurales es crucial para asegurar la protección de la salud pública.

#### **2.1.6. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS: INDICADORES DE CONTAMINACIÓN**

El Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, en el marco de los Estándares de Calidad Ambiental para aguas superficiales de uso humano, establece que el agua destinada al consumo debe estar libre de coliformes termotolerantes (*E. coli*) y otros microorganismos patógenos. Para la Categoría 1, subcategoría A1, se determina que los coliformes termotolerantes deben ser indetectables en 100 mL de muestra, y la ausencia de *E. coli* es el estándar clave para verificar la inocuidad microbiológica (MINAM, 2017).

La Organización Mundial de la Salud (2022), en sus últimas directrices, recomienda el uso de *E. coli* como indicador primario de contaminación fecal reciente, dada su alta

especificidad en evaluación de riesgo sanitario (World Health Organization, 2022). Otros microorganismos de interés, como virus, helmintos y protozoos, también pueden estar presentes en fuentes vulnerables, por lo que su vigilancia es esencial especialmente cuando el agua se consume sin tratamiento adicional.

Estos lineamientos reflejan la importancia de una vigilancia microbiológica rigurosa, incluso cuando los parámetros fisicoquímicos cumplen con los estándares normativos. En comunidades rurales altoandinas como Cancharani, donde el agua del manantial es consumida directamente, estos requerimientos microbiológicos son fundamentales para evaluar la aptitud sanitaria del recurso hídrico y proteger la salud comunitaria.

### **2.1.7. MONITOREO ESTACIONAL Y USO DE ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA**

El monitoreo continuo del agua, considerando variaciones estacionales, es vital en zonas altoandinas, ya que permite detectar impactos por minería y agentes naturales, y entender la dinámica de contaminación. Choque et al. (2021) analizaron manantiales en Andahuaylas, Talavera, San Jerónimo y Chiara durante épocas seca y lluviosa, y usaron análisis físico-químico, microbiológico y de metales. Utilizaron el análisis de componentes principales (PCA) para identificar que los niveles de metales pesados —como antimonio (Sb), arsénico (As), cadmio (Cd) y plomo (Pb)— superan los límites permisibles, sobre todo durante la estación seca.

Avanzando, Choque et al. (2022) propusieron un índice de calidad del agua específico para cuencas altoandinas ( $WQI_{a}$ ) con tres subíndices: físico-químico, metales pesados y materia orgánica. Aplicado al río Chumbao, el índice mostró “buena calidad” en la cabecera, pero “marginal a pobre” aguas abajo, reforzando la idea de degradación progresiva.

Estos enfoques metodológicos (monitoreo estacional + índices adaptados) son altamente relevantes para tu estudio del ojo de agua en Cancharani. Aplicando un índice similar y recogiendo datos en épocas secas y lluviosas te permitirá:

- Evaluar la influencia estacional sobre la calidad del agua.
- Identificar áreas o condiciones críticas que requieren intervención.

- Ofrecer una herramienta de análisis integral adaptada a ecosistemas altoandinos.

### 2.1.8. MARCO NORMATIVO DE CALIDAD DEL AGUA EN EL PERÚ

La regulación de la calidad del agua para consumo humano en el Perú se sustenta en diversas normas técnicas y ambientales, diseñadas para proteger la salud pública y los ecosistemas. Estas normas han evolucionado en las últimas décadas, ajustándose a nuevos estándares internacionales y necesidades locales. Entre las más relevantes se encuentran:

- **Decreto Supremo N.º 031-2010-SA:** Establece el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Define límites máximos permisibles (LMP) para parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos en agua potable. Fue la principal referencia sanitaria hasta la promulgación de normas ambientales más estrictas (MINSA, 2010).
- **Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM:** Vigente actualmente, establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas superficiales, clasificando las fuentes según su destino y tratamiento necesario. La Categoría 1, subcategoría A1, regula el agua utilizada en abastecimiento humano con tratamiento de desinfección, y fija límites para parámetros críticos como arsénico (0.01 mg/L), plomo (0.05 mg/L), turbidez (5 UNT), coliformes termotolerantes (ausentes en 100 mL), entre otros (MINAM, 2017).
- **Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM:** Establece los ECA para aguas residuales, destinados a proteger cuerpos receptores de descargas industriales y municipales. Si bien su alcance principal es ambiental, aporta criterios adicionales para la evaluación de fuentes alternativas (MINAM, 2015).
- **Resoluciones Ministeriales y Protocolos de la DIGESA/MINSA:** Complementan los reglamentos, especialmente en aspectos de vigilancia y procedimientos para análisis de calidad, operatividad en plantas rurales, y respuesta a emergencias sanitarias por contaminación hídrica (DIGESA, 2023).

La comparación entre estas normas permite determinar cuál regula más estrictamente los parámetros estudiados y cuál es más pertinente para la evaluación del manantial en la

comunidad Los Andes Cancharani. En este estudio, se toma como referencia principal el D.S. N.º 004-2017-MINAM, por ser la norma ambiental vigente para aguas superficiales y para consumo humano con tratamiento de desinfección, aunque no se deja de lado la vigilancia sanitaria clásica del D.S. N.º 031-2010-SA para elementos no incluidos explícitos en la norma ambiental.

La integración de estas normas en el análisis permite un enfoque más completo y crítico del estado de la calidad del agua, sustentando sólidamente las recomendaciones para la mejora del abastecimiento hídrico y protección de la salud comunitaria.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

**Recurso hídrico:** Agua disponible en una fuente natural utilizada para el abastecimiento de la población.

**Manantial:** Fuente natural de agua subterránea que emerge a la superficie y constituye la fuente de abastecimiento de la comunidad Los Andes Cancharani.

**Agua para consumo humano:** Agua destinada a la ingesta directa de la población, cuya calidad debe cumplir con la normativa vigente.

**Calidad del agua:** Condición del agua determinada mediante la evaluación de parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos.

**Estándares de Calidad Ambiental (ECA):** Valores establecidos por el D.S. N.º 004-2017-MINAM para la evaluación de aguas superficiales destinadas al consumo humano.

**Categoría 1 – Subcategoría A1:** Clasificación normativa correspondiente a aguas destinadas al abastecimiento humano con tratamiento de desinfección.

**Límite Máximo Permisible:** Concentración máxima permitida de un parámetro según la normativa aplicable.

**Parámetros fisicoquímicos:** Variables como pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, dureza y temperatura.

**Parámetros inorgánicos:** Elementos como arsénico, plomo, cadmio, nitratos, nitritos y sulfatos.

**Parámetros microbiológicos:** Indicadores como coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli.

**Riesgo sanitario:** Posible afectación a la salud humana derivada del consumo de agua que no cumple con los estándares establecidos.

**Desinfección:** Proceso orientado a eliminar microorganismos presentes en el agua.

**Cadena de frío:** Procedimiento de conservación de muestras mediante refrigeración hasta su análisis.

**Muestra de agua:** Porción recolectada del manantial para su análisis en laboratorio.

## **2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

El agua del manantial no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1, para consumo humano.

### **2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**

- Los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial no cumplen con los límites establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para consumo humano.
- Los parámetros microbiológicos del agua del manantial no cumplen con los límites establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM para consumo humano.
- El agua del manantial presenta incumplimiento parcial o total de los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para consumo humano.

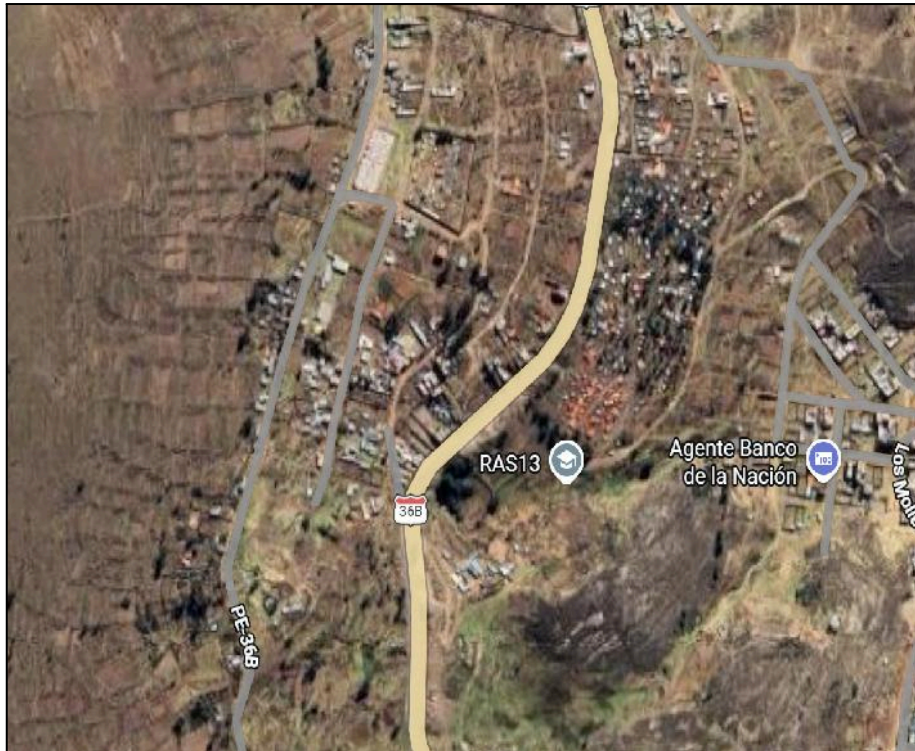
## CAPÍTULO III

### ☺ METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

La investigación se desarrollará en la comunidad Los Andes Cancharani, ubicada en el distrito de Puno, provincia de Puno, región Puno. Es una comunidad rural altoandina situada a más de 3,800 m s. n. m., donde los pobladores consumen agua de un manantial natural, ya que no cuentan con redes de agua potable ni sistema de tratamiento.

El manantial está ubicado en las afueras de la comunidad y es usado de manera directa para el consumo diario. No se realiza ningún tipo de análisis previo ni tratamiento, lo que representa un posible riesgo sanitario. La zona está expuesta a lluvias intensas, presencia de animales y otras condiciones que podrían afectar la calidad del agua.



**Figura 01:** Ubicación de la Comunidad Los Andes Cancharani



**Figura 02:** Ubicación del manantial de la Comunidad Los Andes Cancharani

## **3.2. TAMAÑO DE MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población de esta investigación estará constituida por el recurso hídrico disponible en la comunidad Los Andes Cancharani, específicamente el agua del manantial utilizada para consumo humano por los pobladores del sector.

### **3.2.2. MUESTRA**

La muestra estará conformada por recurso hídrico específicamente el agua del manantial utilizada para consumo humano por los pobladores del sector.

#### **Muestreo de agua**

Se tomarán las muestras directamente en el punto de nacimiento del manantial que abastece a la comunidad. Para el análisis fisicoquímico se recolectó un frasco plástico limpio de 1 litro, para los parámetros inorgánicos un frasco plástico o polietileno de 500 mL a 1 L según requerimientos del laboratorio, y para los análisis microbiológicos se utilizará un frasco de vidrio estéril de 500 mL. Todos los procedimientos de toma, preservación y transporte de muestras se realizaron de acuerdo al Protocolo oficial nacional establecido por la Dirección General de Salud Ambiental, Resolución Directoral N.º 160-2015-DIGESA/SA (DIGESA, 2015). Las muestras serán rotuladas, conservadas en cadena de frío y trasladadas en caja térmica al laboratorio para su respectivo análisis, respetando los tiempos y recomendaciones técnicas establecidas.

## **3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS**

### **3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

Descriptivo transversal

### **3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El presente estudio se enmarca en un diseño no experimental debido a que no se manipularon las variables en el estudio.

### **3.3.3. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO**

#### **3.3.3.1. Objetivo específico 1: Evaluar el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del manantial.**

- a. Para el análisis de los parámetros fisicoquímicos, la muestra se recolectó directamente en el punto de nacimiento del manantial, siguiendo el Protocolo de toma, preservación y transporte de muestras establecido por la Resolución Directoral N.º 160-2015-DIGESA.
- b. Se utilizó un frasco plástico limpio de 1 litro para la recolección de la muestra. Previamente, se dejará correr el agua durante algunos minutos para eliminar posibles impurezas externas, y el recipiente será enjuagado con el mismo agua del manantial antes de su llenado.
- c. La muestra fue rotulada con fecha, hora y punto de muestreo, conservada en cadena de frío y transportada en caja térmica al laboratorio acreditado para su análisis dentro de las 24 horas posteriores a la toma.
- d. Se evaluó parámetros como pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, dureza, nitratos, sulfatos y metales.

#### **3.3.3.2. Objetivo específico 2: Evaluar el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos presentes en el agua del manantial.**

- a. Para el análisis microbiológico, se recolectó una muestra en frasco de vidrio estéril de 500 mL, siguiendo estrictamente las condiciones de asepsia indicadas en el protocolo DIGESA.
- b. El frasco fue abierto únicamente al momento de la toma, evitando contacto con la tapa o el interior del recipiente. Posteriormente, la muestra será rotulada, almacenada en cadena de frío y transportada al laboratorio microbiológico en un tiempo no mayor a 24 horas.
- c. Se analizarán indicadores como coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*.

### 3.3.3.3. Objetivo específico 3: Comparar los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM.

- a. Los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos fueron organizados en tablas comparativas, contrastando cada parámetro con su respectivo límite máximo permisible establecido en el marco normativo vigente.
- b. Se determinó el grado de cumplimiento normativo de cada parámetro evaluado, clasificando el agua como conforme o no conforme según los criterios del ECA para consumo humano.
- c. Finalmente, con base en esta comparación, se establecerá la condición global de la calidad del agua del manantial.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 01:** Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
<b>Variable Independiente</b> : Parámetros de Calidad del Agua	Fisicoquímicos	pH, Turbidez, Conductividad Eléctrica, Sólidos Disueltos Totales, Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Manganeso.	Razón (mg/L, mg/L CaCO <sub>3</sub> μS/cm, NTU) e intervalo (pH)
	Microbiológicos	Coliformes totales, coliformes termotolerantes	Razón (NMP/100 mL)
<b>Variable Dependiente:</b> Calidad del Agua	Cumplimiento normativo	Cumple / No cumple según D.S. 004-2017-MINAM Cat. 1 – A1	Nominal

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados presentados corresponden al análisis de laboratorio efectuado a las muestras del manantial. La exposición se organiza según los objetivos específicos: primero se describen e interpretan los resultados fisicoquímicos y microbiológicos, y luego se realiza la comparación normativa con el D.S. N.° 004-2017-MINAM.

#### 4.1. ANÁLISIS DE OBJETIVO ESPECÍFICO 1

“Evaluar el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos”

**Tabla 02:** Resultados fisicoquímicos del análisis de laboratorio

Parámetro	Resultado de laboratorio	Unidad
pH	7.41	—
Turbidez	0.38	NTU
Conductividad eléctrica	402	μS/cm
Sólidos disueltos totales (SDT)	258	mg/L
Dureza total	185	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Cloruros	28	mg/L
Sulfatos	46	mg/L
Nitratos	1.5	mg/L
Manganeso	0.08	mg/L

#### **4.1.1. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)**

El pH obtenido 7.41 refleja una condición cercana a la neutralidad. En términos de calidad de agua, este comportamiento es relevante porque el pH influye directamente en la estabilidad de compuestos disueltos y en la interacción del agua con minerales del entorno. Un pH dentro de valores cercanos al neutro suele asociarse a aguas con equilibrio químico relativamente estable, y además favorece la eficacia de procesos de desinfección cuando el agua es destinada a consumo humano.

Desde el enfoque sanitario, un pH inadecuado (muy ácido o muy alcalino) puede generar problemas de aceptabilidad (sabor/irritación) y alterar la solubilidad de metales; por ello, este valor constituye un indicador base importante para la interpretación global del recurso.

#### **4.1.2. TURBIDEZ (NTU)**

La turbidez presentó un valor de 0.38 NTU, resultado que indicó una baja presencia de partículas suspendidas en el agua del manantial. Este parámetro se relacionó con la claridad del agua y permitió identificar la presencia de sedimentos, materia orgánica u otras partículas que pueden alterar sus características físicas.

El valor obtenido evidenció que el agua presentó condiciones favorables respecto a este parámetro, reflejando baja concentración de sólidos en suspensión.

#### **4.1.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (MS/CM)**

El análisis de laboratorio reportó una conductividad eléctrica de 402  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Este valor indicó una concentración moderada de sales minerales disueltas en el agua del manantial, característica común en fuentes de origen subterráneo. El resultado obtenido evidenció que el agua presentó una mineralización normal, sin indicios de salinidad elevada ni alteraciones significativas en su composición fisicoquímica.

#### **4.1.4. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)**

El análisis de laboratorio reportó un valor de sólidos disueltos totales de 258 mg/L. Este resultado indicó una concentración moderada de sustancias minerales disueltas en el agua del manantial. El valor obtenido evidenció que el agua presentó condiciones

fisicoquímicas estables, sin exceso de sales disueltas que pudieran alterar su calidad para consumo humano.

#### **4.1.5. DUREZA TOTAL (MG/L $\text{CaCO}_3$ )**

El análisis de laboratorio reportó una dureza total de 185 mg/L  $\text{CaCO}_3$ . Este resultado indicó la presencia moderada de calcio y magnesio en el agua del manantial, característica frecuente en fuentes de origen subterráneo.

El valor obtenido evidenció que el agua presentó una dureza moderada, sin concentraciones elevadas que pudieran afectar significativamente sus características fisicoquímicas.

#### **4.1.6. CLORUROS (MG/L)**

El análisis de laboratorio reportó una concentración de cloruros de 28 mg/L. Este resultado indicó una baja presencia de sales cloradas en el agua del manantial, característica común en fuentes naturales con escasa influencia de contaminación externa.

La concentración obtenida reflejó condiciones normales en la composición química del recurso hídrico, debido a que valores elevados de cloruros suelen asociarse a procesos de contaminación por aguas residuales, infiltración o actividades antrópicas cercanas a la fuente de abastecimiento.

#### **4.1.7. SULFATOS (MG/L)**

La concentración de sulfatos fue de 46 mg/L, valor que indicó una presencia moderada de sales sulfatadas en el agua del manantial, asociadas principalmente a la composición natural del suelo y las formaciones geológicas del entorno.

El resultado obtenido evidenció condiciones normales en la calidad fisicoquímica del agua, debido a que concentraciones elevadas de sulfatos pueden alterar las características organolépticas del recurso hídrico.

#### **4.1.8. NITRATOS (MG/L)**

La concentración de nitratos fue de 1.5 mg/L, valor que indicó una baja presencia de compuestos nitrogenados en el agua del manantial. Este resultado evidenció ausencia de

contaminación significativa asociada a actividades agrícolas, materia orgánica o infiltración de aguas residuales cercanas a la fuente de abastecimiento.

#### 4.1.9. MANGANESO (MG/L)

La concentración de manganeso fue de 0.08 mg/L, valor que indicó una baja presencia de este elemento en el agua del manantial. La presencia de manganeso en fuentes naturales generalmente estuvo asociada a la composición geológica del suelo y de las formaciones rocosas. El resultado obtenido evidenció concentraciones normales de este elemento, sin presentar alteraciones significativas en la calidad fisicoquímica del recurso hídrico.

#### 4.2. ANÁLISIS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

“Evaluar el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos presentes en el agua del manantial”

**Tabla 03:** Resultados microbiológicos reportados por laboratorio

Parámetro	Resultado	Unidad
Coliformes totales	<1.1	NMP/100 mL
Coliformes termotolerantes	<1.1	NMP/100 mL

##### 4.2.1 COLIFORMES TOTALES

Los coliformes totales son indicadores generales que permiten identificar posibles condiciones de contaminación ambiental o fallas en la protección sanitaria de la fuente. Un resultado reportado como “<1.1 NMP/100 mL” indica que el método de análisis no detectó presencia cuantificable de coliformes totales en la muestra evaluada, lo cual sugiere una condición microbiológica favorable.

En términos de interpretación para consumo humano, este resultado es relevante porque reduce la probabilidad de contaminación asociada a materia orgánica reciente o a ingreso de agentes externos al sistema.

#### 4.2.2. COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Los coliformes termotolerantes se utilizan como indicador más específico de contaminación de origen fecal. Al registrarse “<1.1 NMP/100 mL”, se interpreta que no se evidenció contaminación fecal cuantificable al momento del muestreo. Este dato es clave porque la contaminación fecal está asociada a riesgos directos de enfermedades gastrointestinales.

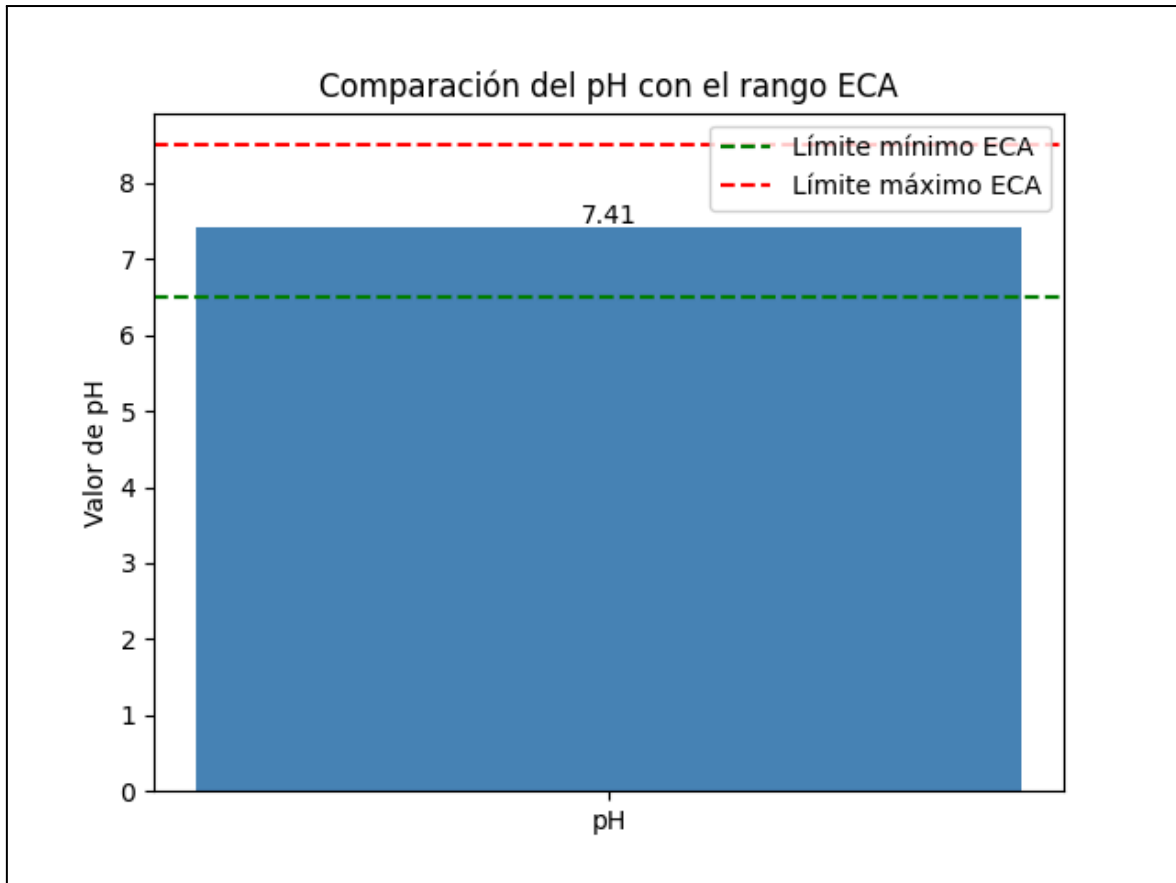
#### 4.3. ANÁLISIS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

“Comparar los resultados obtenidos con el D.S. N.° 004-2017-MINAM (ECA Cat. 1 – A1)”

En esta sección se realizó la comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1, correspondiente a aguas destinadas para consumo humano.

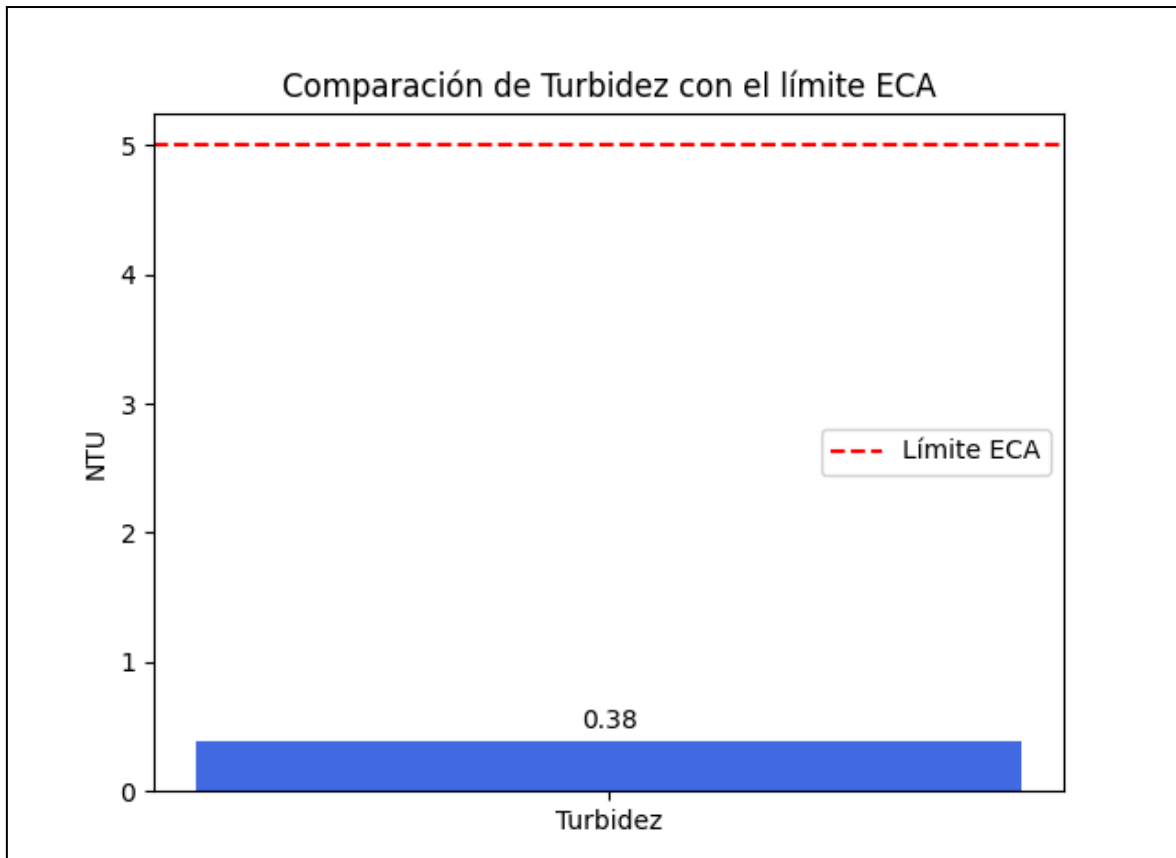
**Tabla 04:** Comparación de resultados con el ECA Categoría 1 – A1

Parámetro	Resultado	Límite ECA Cat. 1 – A1	Cumple
pH	7.41	6.5 – 8.5	Sí
Turbidez (NTU)	0.38	5	Sí
Conductividad eléctrica (µS/cm)	402	1500	Sí
Sólidos disueltos totales (mg/L)	258	1000	Sí
Dureza total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	185	500	Sí
Cloruros (mg/L)	28	250	Sí
Sulfatos (mg/L)	46	250	Sí
Nitratos (mg/L)	1.5	50	Sí
Manganeso (mg/L)	0.08	0.4	Sí
Coliformes totales (NMP/100 mL)	<1.1	Ausencia	Sí
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	<1.1	Ausencia	Sí



**Figura 03:** Comparación del pH con el rango establecido por el ECA

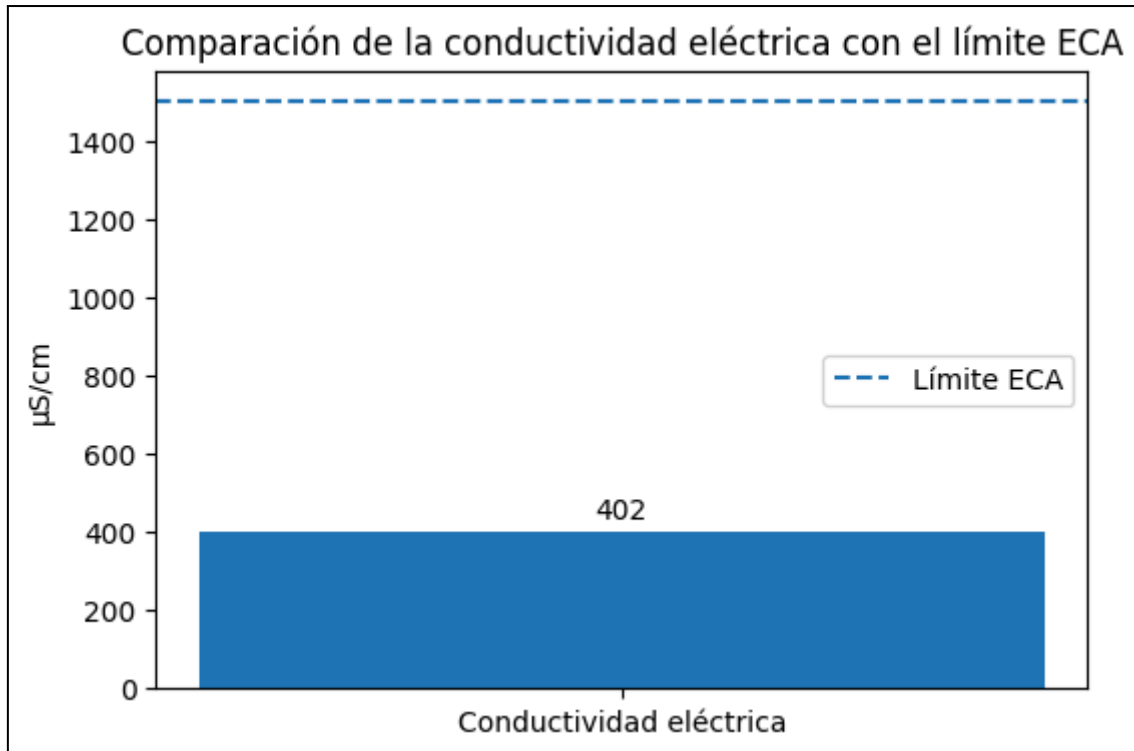
El valor de pH según la figura 03 se ha obtenido (7.41), que se ubica dentro del rango permisible (6.5 – 8.5). En el gráfico se observa claramente que la barra correspondiente al resultado se encuentra entre los límites inferior y superior establecidos por la norma. Este comportamiento indica que el agua mantiene condiciones químicas adecuadas, sin evidenciar procesos de acidificación o alcalinización que puedan afectar su calidad.



**Figura 04:** Comparación de la turbidez con el límite máximo permitido

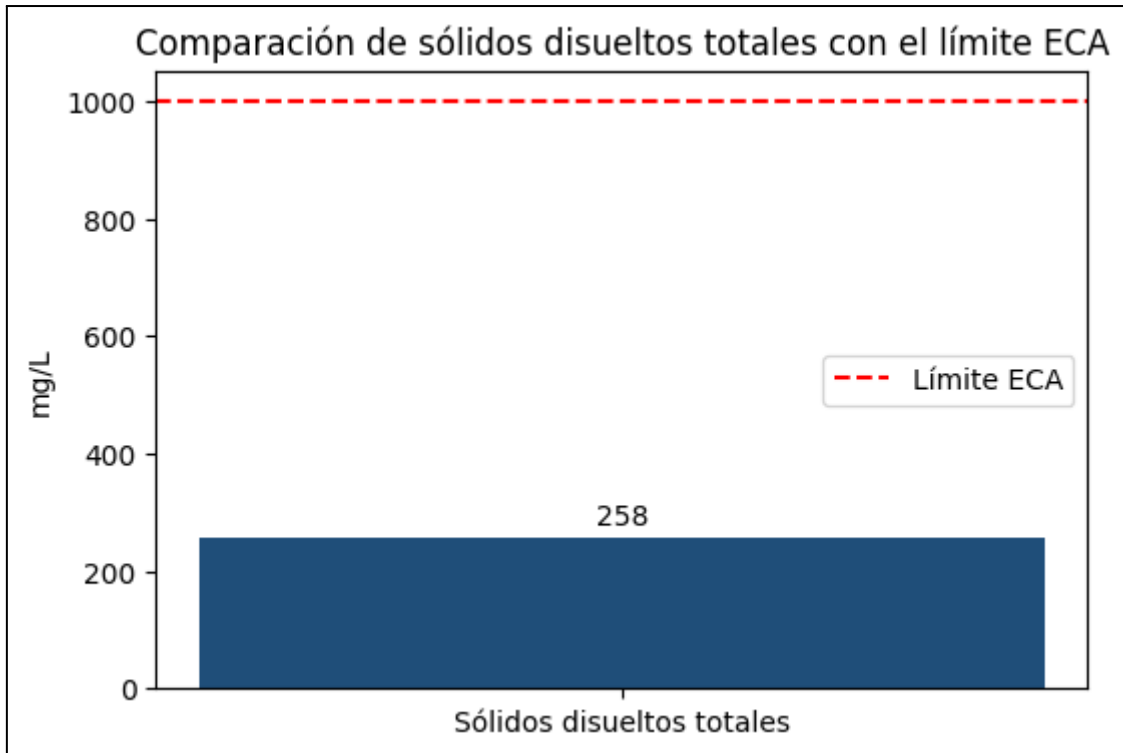
Según la figura 04 la turbidez registrada (0.38 NTU) es significativamente inferior al límite máximo permitido (5 NTU). En el gráfico se aprecia una diferencia amplia entre el valor obtenido y el límite normativo, lo que indica baja presencia de partículas suspendidas.

Desde el punto de vista sanitario, esta condición es favorable porque reduce la posibilidad de interferencia en procesos de desinfección.



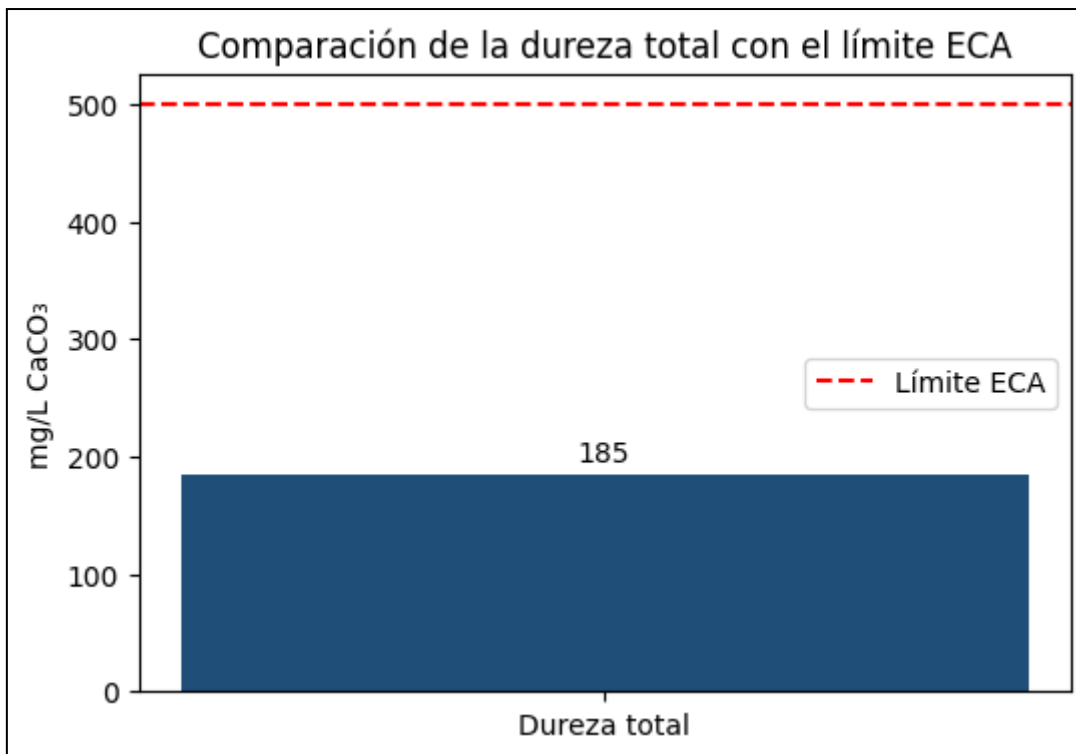
**Figura 05:** Comparación de la conductividad eléctrica con el límite máximo permitido

En la figura 05 la conductividad eléctrica registrada fue de 402  $\mu\text{S/cm}$ , valor inferior al límite establecido por el D.S. N.º 004-2017-MINAM Categoría 1 – Subcategoría A1 (1500  $\mu\text{S/cm}$ ). En el histograma se observó que el valor obtenido se mantuvo por debajo del límite normativo, evidenciando una concentración moderada de sales disueltas en el agua del manantial.



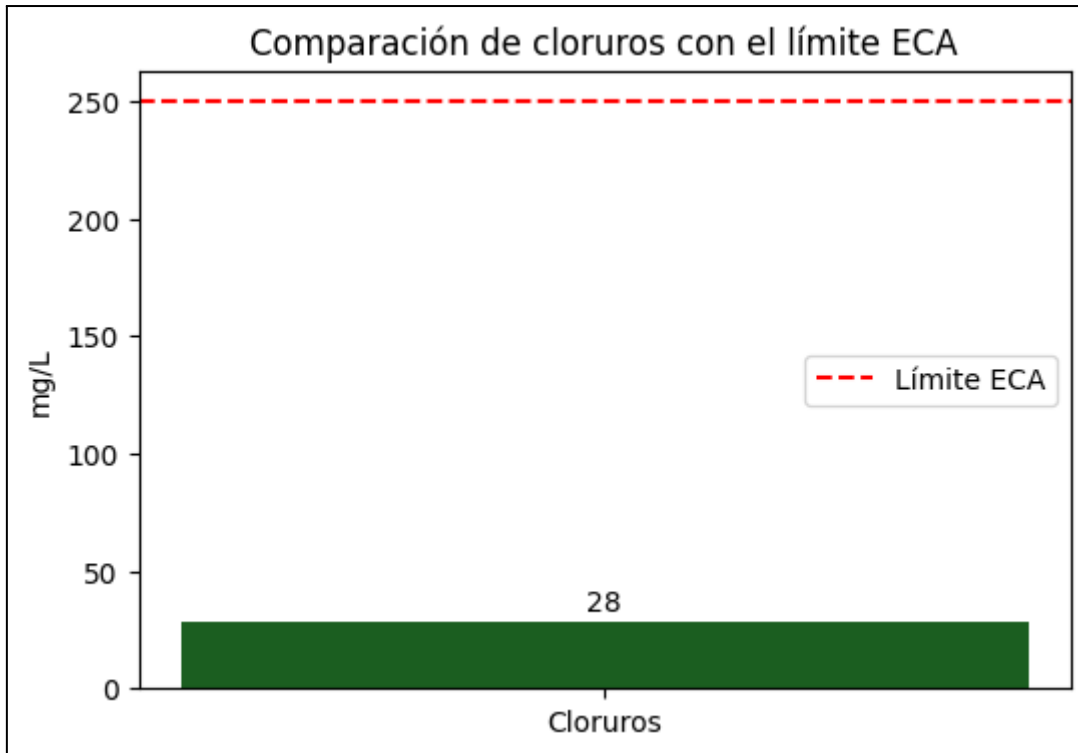
**Figura 06:** Comparación de sólidos disueltos totales con el límite máximo permitido

En la figura 06 indicó que los sólidos disueltos totales registraron un valor de 258 mg/L, resultado inferior al límite establecido por el D.S. N.º 004-2017-MINAM Categoría 1 – Subcategoría A1 (1000 mg/L). En el histograma se observó que el valor obtenido se mantuvo por debajo del límite normativo, evidenciando una concentración moderada de sustancias minerales disueltas en el agua del manantial.



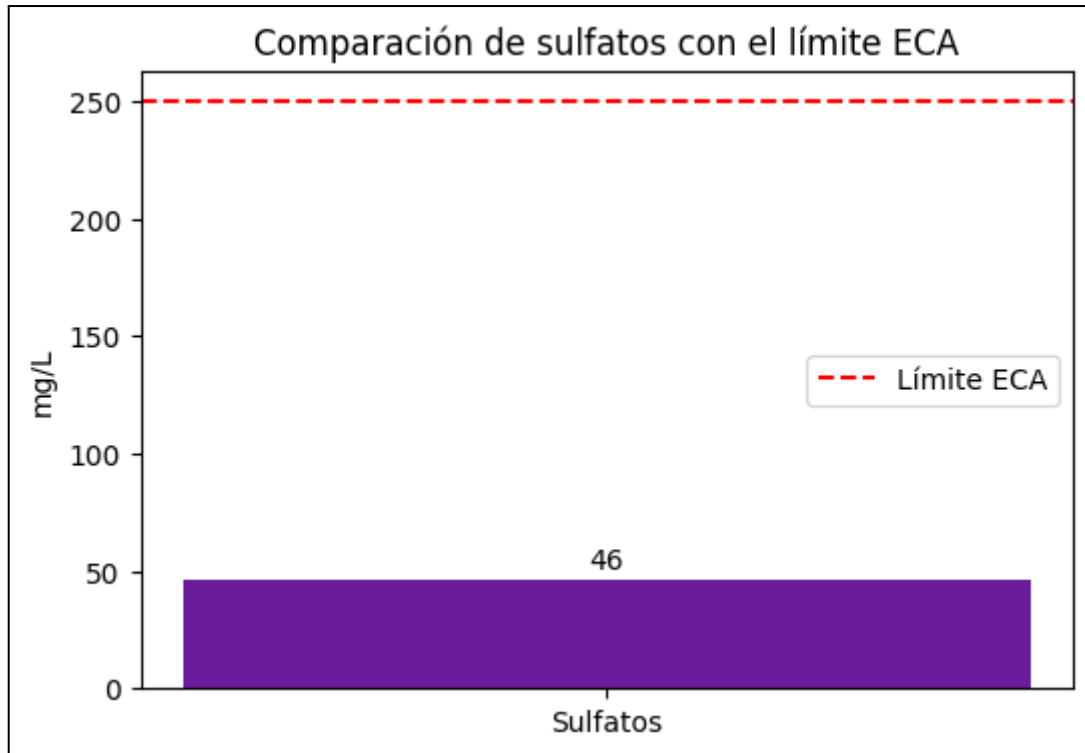
**Figura 07:** Comparación de la dureza total con el límite máximo permitido

En la figura 07 indicó que la dureza total registró un valor de 185 mg/L CaCO<sub>3</sub>, resultado inferior al límite establecido por el D.S. N.° 004-2017-MINAM Categoría 1 – Subcategoría A1 (500 mg/L CaCO<sub>3</sub>). En el histograma se observó que el valor obtenido se mantuvo por debajo del límite normativo, evidenciando una dureza moderada en el agua del manantial.



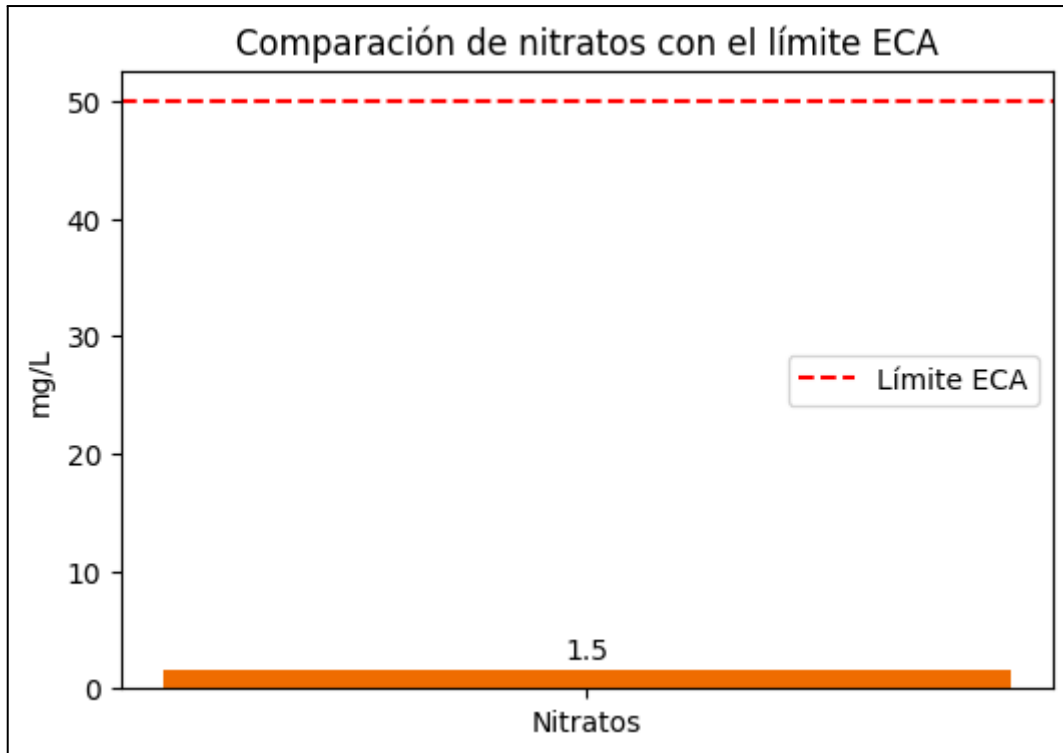
**Figura 08:** Comparación de cloruros con el límite máximo permitido

Además, en la figura 08 indico que la concentración de cloruros fue de 28 mg/L, valor inferior al límite establecido por el D.S. N.º 004-2017-MINAM Categoría 1 – Subcategoría A1 (250 mg/L). En el histograma se observó que el valor obtenido se mantuvo por debajo del límite normativo, evidenciando baja presencia de sales cloradas en el agua del manantial.



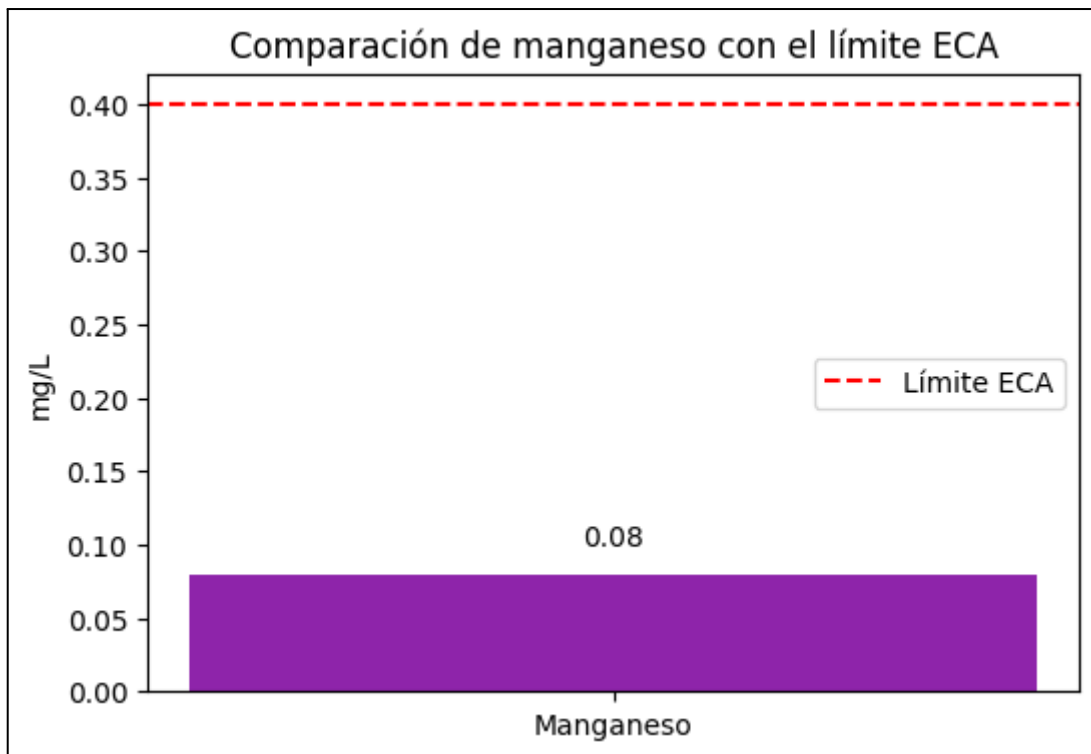
**Figura 09:** Comparación de sulfatos con el límite máximo permitido

Según la figura 09 se observó que la concentración de sulfatos fue de 46 mg/L, valor inferior al límite establecido por el D.S. N.º 004-2017-MINAM Categoría 1 – Subcategoría A1 (250 mg/L). En el histograma se observó que el valor obtenido se mantuvo por debajo del límite normativo, evidenciando concentraciones normales de sales sulfatadas en el agua del manantial.



**Figura 10:** Comparación de nitratos con el límite máximo permitido

En cambio en la figura 10 la concentración de nitratos fue de 1.5 mg/L, valor inferior al límite establecido por el D.S. N.º 004-2017-MINAM Categoría 1 – Subcategoría A1 (50 mg/L). En el histograma se observó que el valor obtenido se mantuvo muy por debajo del límite normativo, evidenciando baja presencia de compuestos nitrogenados en el agua del manantial.



**Figura 11:** Comparación de manganeso con el límite máximo permitido

Según la figura 11 se observó que la concentración de manganeso fue de 0.08 mg/L, valor inferior al límite establecido por el D.S. N.º 004-2017-MINAM Categoría 1 – Subcategoría A1 (0.4 mg/L). En el histograma se observó que el valor obtenido se mantuvo por debajo del límite normativo, evidenciando baja presencia de este elemento en el agua del manantial.

#### 4.4. CONTRASTE DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

##### 4.4.1. CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS GENERAL

La hipótesis general planteó que el agua del manantial de la comunidad Los Andes Cancharani no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1, para consumo humano.

Sin embargo, los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos evidenciaron que los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ambiental vigente. Asimismo, no se detectó presencia de contaminación microbiológica que represente riesgo para la salud de la población.

En consecuencia, se rechaza la hipótesis general planteada, debido a que el agua del manantial sí cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para consumo humano.

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

“Los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial no cumplen con los límites establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM.”

No obstante, los resultados del análisis fisicoquímico demostraron que parámetros como pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, dureza total, cloruros, sulfatos, nitratos y manganeso se encontraron dentro de los límites permisibles establecidos para aguas destinadas al consumo humano.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis específica 1, debido a que las características fisicoquímicas del agua presentan condiciones adecuadas de calidad según la normativa vigente.

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

“Los parámetros microbiológicos del agua del manantial no cumplen con los límites establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM.”

Sin embargo, los análisis microbiológicos realizados evidenciaron ausencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes en concentraciones superiores a los límites permisibles establecidos por la normativa ambiental vigente.

En consecuencia, se rechaza la hipótesis específica 2, debido a que el agua evaluada no presenta contaminación microbiológica significativa que afecte su calidad para consumo humano.

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

“El agua del manantial presenta incumplimiento parcial o total de los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para consumo humano.”

La comparación de los resultados obtenidos en laboratorio con los parámetros establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1, permitió

verificar que todos los parámetros evaluados cumplen con los límites establecidos para aguas destinadas al abastecimiento humano.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis específica 3, debido a que el agua del manantial cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para consumo humano.

#### **4.5. DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos evidenciaron que los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial de la comunidad Los Andes Cancharani se encontraron dentro de los límites establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1, indicando condiciones adecuadas para consumo humano. Estos resultados coinciden con investigaciones donde se reportaron valores aceptables de pH y sólidos disueltos totales en fuentes de agua destinadas al consumo humano (Antesano et al., 2025). Asimismo, parámetros como el pH, la conductividad eléctrica y los sólidos disueltos totales permiten evaluar la estabilidad hidroquímica del agua y determinar su aptitud para consumo humano (Mamani, 2025).

Sin embargo, los resultados del presente estudio difieren de investigaciones desarrolladas en otras zonas rurales, donde se reportaron valores elevados de turbidez, sólidos disueltos totales, sulfatos y nitratos, superando los límites permisibles establecidos por la normativa ambiental (Franco, 2023). Del mismo modo, se identificaron concentraciones elevadas de sulfatos y sólidos disueltos totales en aguas subterráneas de Arequipa (Bellido, 2021). Asimismo, se reportaron concentraciones de nitratos que representaban riesgo sanitario para población infantil (Kamani et al., 2023).

Respecto a los parámetros microbiológicos, no se evidenció presencia de coliformes totales ni coliformes termotolerantes en concentraciones que representen riesgo sanitario. Estos resultados coinciden con estudios donde se encontró ausencia de coliformes fecales y totales en agua de manantial destinada al consumo humano (Antesano et al., 2025). No obstante, en otras investigaciones se reportó presencia de coliformes y contaminación fecal por encima de los límites permisibles establecidos por la normativa nacional (Bermudo, 2025). De igual manera, se identificaron concentraciones elevadas de

coliformes totales y termotolerantes en fuentes de agua rurales de la región Puno (Roque, 2024). Asimismo, pese a presentar parámetros fisicoquímicos aceptables, la presencia de contaminación bacteriana determinó que el agua no fuera apta para consumo humano (Paccari, 2025). Resultados similares fueron reportados en un manantial de Desaguadero, donde se detectaron coliformes termotolerantes superiores a los límites permitidos (Mamani, 2025).

Asimismo, el monitoreo periódico de la calidad del agua constituye una medida fundamental para prevenir riesgos sanitarios y ambientales en fuentes destinadas al abastecimiento poblacional (Vásquez, 2022). De igual manera, el monitoreo regular permite prevenir daños ecológicos asociados al deterioro de fuentes hídricas (Armijos et al., 2025). En esa misma línea, la persistencia de contaminantes microbiológicos representa un riesgo sanitario constante en ecosistemas acuáticos (Flores et al., 2024). En ese sentido, aunque el manantial evaluado presentó condiciones adecuadas durante el periodo de estudio, factores como las precipitaciones estacionales y las actividades agropecuarias cercanas podrían alterar progresivamente las características fisicoquímicas y microbiológicas del recurso hídrico.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Se determinó que el agua del manantial presenta condiciones adecuadas de calidad para su uso como fuente de abastecimiento humano, de acuerdo con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados durante la investigación. Los resultados obtenidos evidencian que el recurso hídrico mantiene estabilidad en su composición química y ausencia de contaminación microbiológica detectable al momento del estudio.

**SEGUNDA:** Los análisis fisicoquímicos realizados en laboratorio mostraron que los valores de pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, dureza, nitratos y entre otros evaluados se encuentran dentro de rangos aceptables, reflejando una composición química estable y sin indicios de alteraciones significativas.

**TERCERA:** Los resultados microbiológicos indicaron ausencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en las muestras analizadas, lo que evidencia que no se detectó contaminación fecal en el periodo evaluado.

**CUARTA:** La comparación de los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1, permitió determinar que los parámetros normados cumplen con los límites máximos permisibles establecidos para aguas destinadas al consumo humano.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** A la autoridad local y a los responsables del sistema de abastecimiento, se recomienda mantener un programa de monitoreo periódico de la calidad del agua del manantial, considerando tanto parámetros fisicoquímicos como microbiológicos, con la finalidad de verificar la estabilidad de las condiciones evaluadas en la presente investigación.

**SEGUNDA:** Implementar medidas preventivas orientadas a la protección permanente del área circundante al manantial, evitando actividades que puedan generar contaminación por escorrentía, infiltración de residuos o presencia de animales en zonas próximas a la fuente de captación.

**TERCERA:** Realizar análisis complementarios en diferentes épocas del año (temporada seca y temporada de lluvias), con el propósito de evaluar posibles variaciones estacionales que puedan influir en la calidad del recurso hídrico.

**CUARTA:** Promover acciones de sensibilización en la población usuaria respecto a la importancia de la conservación del manantial y el manejo adecuado de residuos sólidos y aguas residuales en el entorno.

## BIBLIOGRAFÍA

- Antesano, O. S., Rosas, M. E., & Zavala, N. J. (2025). *Evaluación microbiológica y fisicoquímica de un manantial para el consumo humano en Huancayo, Perú*. *Revista de la Universidad del Zulia*, 16(45), 23–42. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14599952>
- Armijos, F., Salazar, C., Beltrán, A. A., Kurbatova, A. I., & Savenkova, E. V. (2025). *Assessment of water quality and ecological integrity in an Ecuadorian Andean watershed*. *Sustainability*, 17(8), 3684. <https://doi.org/10.3390/su17083684>
- Baca Llacua, E. (2023). *Calidad microbiológica de manantiales rurales altoandinos: casos de Chintipuerto, Asnopuerto y Pilapuerto* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio UPLA. <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/...sequence=1>
- Bellido, R. (2021). *Evaluación del agua subterránea del sector de Remanso de Characato, Arequipa: Factibilidad del uso del agua para consumo humano* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio UNSA. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c708e1f5-f91f-4021-8681-fc3a874323ca/content>
- Bermudo, M. R. (2025). *Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu, distrito de Cangallo* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/e03b5179-f901-48d5-b805-d74379413731>
- Choque, D., Froehner, S., Palomino, H., Peralta, D. E., Barboza, G. I., Kari, A., Solano, A. M. (2022). *Proposal of a Water-Quality Index for High Andean Basins: Application to the Chumbao River, Andahuaylas, Peru*. *Water*, 14(4), 654. <https://doi.org/10.3390/w14040654>
- Choque, D., Froehner, S., Ligarda, C. A., Ramos, B. S., Peralta, D. E., Palomino, H., et al. (2021). *Insights from water quality of high Andean springs for human consumption in Peru*. *Water*, 13(19), Article 2650. <https://doi.org/10.3390/w13192650>

- Contreras Chura, H., Belizario Quispe, G., & Chui Betancur, H. N. (2023). Calidad del agua para consumo humano en los manantiales en la parcialidad de Jiscullaya, El Collao, Puno, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 40(2), 41–45. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.40.2.1>
- Contreras, A. (2020). *Análisis del funcionamiento del programa de Agua Potable Rural (APR) ante problemas de abastecimiento y ausencia de saneamiento en la zona sur de Chile: Caso del APR Bahía Mansa* [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio UChile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/182520/Analisis-del-funcionamiento-del-programa-de-agua-potable-rural-APR.pdf>
- Diario Los Andes. (2022). *Puno: Barrio Los Andes no cuenta con agua potable a pesar de contar con habilitación urbana*. Diario Los Andes. <https://losandes.com.pe/barrio-los-andes-no-cuenta-con-agua-potable-a-pesar-de-contar-con-habilitacion-urbana/>
- DIGESA. (2023). *Protocolos y procedimientos para la vigilancia sanitaria de agua potable*. Lima: Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Ambiental. Recuperado de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Directiva\\_Sanitaria\\_058-MINSA-DIGESA-PCC.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Directiva_Sanitaria_058-MINSA-DIGESA-PCC.pdf)
- Dirección General de Salud Ambiental. (2015). *Resolución Directoral N.º 160-2015-DIGESA/SA: Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano*. Ministerio de Salud, Perú. Recuperado de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd\\_160\\_2015\\_digesa.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf)
- Ferro, P., Rossel-Bernedo, L. J., Ferró-González, A. L., & Vaz-Moreira, I. (2022). Quality control of drinking water in the city of Ilave, Region of Puno, Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10779. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710779>

- Flores, S., Da Costa, A. B., & Lobo, E. A. (2024). *Assessment of water quality in high-pressure Peruvian anthropic sectors of Lake Titicaca using a calibrated index. Journal of Geoscience and Environment Protection, 12*, 97–114.
- Franco Suárez, J. C. (2023). *Evaluación de la calidad de agua de uso doméstico en la parroquia Baba, provincia de Los Ríos, Ecuador* [Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Agraria del Ecuador]. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/FRANCO%20SU%C3%81REZ%20JEAN%20CARLOS.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2024). *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico, N.º 11 (octubre 2023 – septiembre 2024)*. INEI. <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/6313803-peru-formas-de-acceso-al-agua-y-saneamiento-basico-nro-11>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2023). *Perú: Acceso a agua para consumo humano octubre 2022–septiembre 2023*. INEI. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua\\_2023.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_2023.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2020). *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico, mayo 2019 – abril 2020*. Informe técnico. INEI. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua\\_junio2020.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf)
- Kamani, H., Hosseini, A., Mohebi, S., Keshtkar, M., Mohammadpour, A., Khodadadi, N., Mohammadi, L., & Mousavi Khaneghah, A. (2023). *Evaluation of water quality of Chahnimeh as natural reservoirs from Sistan region in southwestern Iran: A Monte Carlo simulation and Sobol sensitivity assessment*. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30, 65618–65630. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26879-5>
- Mamani, J. A. (2025). *Calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri del distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito – Puno, 2024* [Tesis de licenciatura]. Universidad Privada San Carlos]. Repositorio UPSC.

[https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/1276/Jose\\_Antonio\\_MAMA\\_NI\\_OCHOCHOQUE.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/1276/Jose_Antonio_MAMA_NI_OCHOCHOQUE.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017). Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua [Norma legal]. *El Peruano*.

<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2015). *Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM: Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación*. Lima: MINAM. Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/normatividad/ds-ndeg015-2015-minam-0>

Ministerio de Salud (MINSa). (2010). *Decreto Supremo N.º 031-2010-SA: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. *El Peruano*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>

OMEGA Perú Blog. (2018, 16 de agosto). *Calidad del agua para consumo humano en Perú*. <https://omegaperu.com.pe/calidad-del-agua-para-consumo-humano-en-peru/>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2023). *Agua para consumo humano*. Nota descriptiva. OMS.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Paccari, P. V. (2025). *Evaluación de la calidad de agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya, distrito de Puno – 2024* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada San Carlos]. Repositorio UPSC. [https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/1298/Pablo\\_Vicente\\_PACCAARI\\_AMESQUITA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/1298/Pablo_Vicente_PACCAARI_AMESQUITA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Quispe, A., Fernández, S., Acharte, L., & Pérez, A. (2020). *Status of Water Quality for Human Consumption in High-Andean Rural Communities: Discrepancies between Techniques for Identifying Trace Metals*. *J*, 3(2), 162–180. <https://doi.org/10.3390/j3020014>

- Roque, L. (2024). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica de la fuente de agua de consumo humano del distrito de Santiago de Pupuja, Azángaro – Puno* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio UNAP. [https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/21419/Roque\\_Roque\\_Liliam.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/21419/Roque_Roque_Liliam.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sucapuca, V. (2023). *Evaluación de la cantidad y calidad de agua de manantiales altoandinos e identificación de especies de pastos para los bofedales, con uso ganadero* [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/22647>
- UN General Assembly. (2010). *Resolution 64/292: The human right to water and sanitation* [A/RES/64/292]. UN Digital Library. [https://digitallibrary.un.org/record/687002/files/A\\_RES\\_64\\_292-EN.pdf](https://digitallibrary.un.org/record/687002/files/A_RES_64_292-EN.pdf)
- Vásquez, D. E. (2022). *Diagnóstico de la integridad ecológica y evaluación de la calidad del agua en la quebrada Condorguayco, Parque Nacional Llanganates* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16076>
- World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda*. OMS. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>
- World Health Organization. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. OMS. Recuperado de <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549>

## ANEXOS

## Anexo 01: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<b>General:</b> ¿Cuál es la calidad del agua del manantial para consumo humano de la comunidad Los Andes Cancharani de Puno – 2025?	<b>General:</b> Determinar la calidad del agua del manantial para consumo humano de la comunidad los Andes Cancharani, distrito de Puno – 2025.	<b>General:</b> El agua del manantial no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1, para consumo humano.	<b>Variable Independiente</b> Parámetros, Físicoquímicos y Microbiológicos  <b>Variable Dependiente</b> Calidad del agua	<b>físicoquímico:</b> pH, Turbidez, Conductividad Eléctrica, Sólidos Disueltos Totales, Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Manganeso.  <b>Microbiológicos:</b> Coliformes totales y Coliformes termotolerantes	D.S. N.º 004-2017-MINAM Categoría 1, subcategoría A1 Laboratorio	<b>Tipo de Investigación</b> Descriptivo Transversal  <b>Diseño de investigación</b> No experimental  <b>Población</b> Recurso hídrico del agua de Manantial
<b>Específicos:</b> ¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros físicoquímicos presentes en el agua del manantial?	<b>Específicos:</b> Evaluar el nivel de concentración de los parámetros físicoquímicos presentes en el agua del manantial.	<b>Específicos</b> Los parámetros físicoquímicos del agua del manantial no cumplen con los límites establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para consumo humano.				
¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos presentes en el agua del manantial?	Evaluar el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos presentes en el agua del manantial.	Los parámetros microbiológicos del agua del manantial no cumplen con los límites establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para consumo humano.				
¿Cuál es el grado de cumplimiento del agua del manantial respecto a los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1?	Comparar los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1 – Subcategoría A1, para determinar su grado de cumplimiento.	Los parámetros microbiológicos del agua del manantial no cumplen con los límites establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM para consumo humano. El agua del manantial presenta incumplimiento parcial o total de los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para consumo humano.				

**Anexo 02:** Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Categoría 1: Poblacional y Recreacional - Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

10

**NORMAS LEGALES**

Miércoles 7 de junio de 2017 /  **El Peruano**

**Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias**

**DECRETO SUPREMO  
N° 004-2017-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 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;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

**Artículo 1.- Objeto de la norma**

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

**Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

**Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

**3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional**

**a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

**- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección**

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

**- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

**- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

**b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

**- B1. Contacto primario**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

**- B2. Contacto secundario**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

**3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**

**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabrillas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

**b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

**c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

**d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

**3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

**- Agua para riego no restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

**- Agua para riego restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

**b) Subcategoría D2: Bebida de animales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

**3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

**a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua léticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

**b) Subcategoría E2: Ríos**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

**- Ríos de la costa y sierra**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y de la Tílica, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

**- Ríos de la selva**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

**c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos**

**- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

**- Marinos**

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precísese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

**Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua**

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

**Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio**

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

#### Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

#### Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

#### Artículo 8.- Sistematización de la información

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

#### Artículo 9.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

#### DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

##### Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

##### Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

##### Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

#### DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

##### Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

##### Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

##### Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA  
DEROGATORIA**

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua  
Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD  
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN  
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS  
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES  
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN  
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA  
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**ANEXO**

**Categoría 1: Poblacional y Recreacional**

**Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1500	1600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

14

**NORMAS LEGALES**

Miércoles 7 de junio de 2017 /  **El Peruano**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
<b>ORGÁNICOS</b>				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>9</sub> - C <sub>14</sub> )	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)	( e )	1,0	1,0	1,0
Bromoforno	mg/L	0,1	**	**
Cloroforno	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<b>BTEX</b>				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
<b>Organofosforados</b>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
<b>II. CIANOTOXINAS</b>				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
<b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>6</sup>

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{E_{\text{CAcloroformo}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{E_{\text{CA dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{bromodichlorometano}}}{E_{\text{CA bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{bromoformo}}}{E_{\text{CA bromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 1:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

**Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ )	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )	mg/L	10	**
Nitritos ( $\text{NO}_2\text{-N}$ )	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
<i>Giardia duodenalis</i>	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
<i>Salmonella spp</i>	Presencia/100 ml	0	0
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

**Nota 2:**

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>					
Amoniaco Total (NH <sub>4</sub> )	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
<b>ORGÁNICO</b>					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
<b>Bifenilos Policlorados</b>					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
<b>ORGANOLÉPTICO</b>					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
<b>MICROBIOLÓGICO</b>					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

**Área Restringida:** Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 3:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>).

**Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>)**

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

**Nota:**

(\*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(\*\*)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH<sub>3</sub>).

**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS-QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5-8,5		6,5-8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L	1		11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminthos	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 4:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

**Categoría 4: Conservación del ambiente acuático**

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
<b>INORGÁNICOS</b>						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
<b>ORGÁNICOS</b>						
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
<b>BTEX</b>						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Bifenilos Policlorados</b>						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
<b>PLAGUICIDAS</b>						
<b>Organofosforados</b>						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
<b>Organoclorados</b>						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Carbamato</b>						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

- (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).  
 (b) Después de la filtración simple.  
 (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ( $\text{NO}_3^-$ -N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).  
 $\Delta$  3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 5:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de  $\text{NH}_3$ ) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoniaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de  $\text{NH}_3$ ).

**Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoniaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de  $\text{NH}_3$ )**

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
<b>Salinidad 10 g/kg</b>								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
<b>Salinidad 20 g/kg</b>								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,80	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
<b>Salinidad 30 g/kg</b>								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	3,10	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

**Notas:**

(\*El estándar de calidad de Amoniaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(\*\*)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoniaco-N ( $\text{NH}_3$ -N), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoniaco ( $\text{NH}_3$ ).

**NOTA GENERAL:**

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo  $\Delta$  significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2

**Anexo 03:** Rótulo de Identificación de Muestra establecido por la Resolución Directoral N.º 160-2015-DIGESA



**Anexo n.º 01**

**Rotulo de Identificación de Muestra**

<b>LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL</b> <b>Identificación de Muestra</b>	
Código de identificación de campo	
Coordenadas	Este:
	Norte:
	Altura:
Localidad/distrito/provincia/región	
Punto de muestreo	
Matriz	
Fecha y Hora de Muestreo	
Tipo de análisis requerido:	Preservada: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Nombre del preservante:	
Nombre del muestreador (Institución/Entidad)	



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

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

**Anexo 04: Informe de Laboratorio**



MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C  
AGUAS - SUELOS - MINERALES Y OTROS.  
CON EQUIPOS CALIBRADOS Y CERTIFICADO POR  
COMPARACIÓN DE TRAZABILIDAD DIRECTA DE INACAL  
RUC: 20612800741.

**INFORME DE ENSAYO 0232/MQA**

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

ASUNTO: ANALISIS FISICO - QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO Y METALES PESADOS DE AGUA.

PROCEDENCIA : COMUNIDAD LOS ANDES CANCHARANI - PUNO - PUNO  
INTERESADO : ALEX RONY MAMANI MAMANI.  
MOTIVO : ANALISIS FISICO - QUIMICO Y MICROBIOLÓGICO.  
FECHA DE MUESTREO : 13/10/2025 (por el interesado)  
FECHA DE ANALISIS : 14/10/2025

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

Aspecto : Líquido  
Color : Incoloro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:**

PARAMETROS	UNIDAD	M - 01	METODOLOGÍA
pH		7.41	Potenciómetro
C.E	mS/cm	402	Conductímetro
Turbiedad	NTU	0.38	Multiparámetro de Agua
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	258	Evaporación y pesaje

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:**

Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	185	Titulación con EDTA
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	mg/l	28	Titulación de Mohr
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	46	Espectrofotometría (Método de bario).
Nitratos (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	1.5	Método Colorimétrico
Manganeso (como Mn)	mg/l	0.08	Absorción Atómica

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:**

Coliformes Totales	NMP/100ml	<1.1	APHA 9221B / EPA 1680
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<1.1	APHA 9222D / EPA 1603

**INTERPRETACIÓN:**

El agua analizada es el íones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente



Salomón Justo Morales Yucra  
INGENIERO QUÍMICO  
ANALISTA DE LABORATORIO



Benito Ferrer  
RUC: 20612800741  
GERENTE

Jr. Esmeralda N°193 URB - Villa Florida - a una cuadra del local Pégola - Puno  
Cel. 973296546 - 983003185

### Anexo 05: Panel Fotográfico



**Figura 01:** Punto de captación del manantial de la comunidad Los Andes Cancharani



**Figura 02.** Procedimiento de toma de muestra de agua en el manantial



**Figura 03.** Identificación y control de muestras de agua durante el muestreo



**Figura 04.** Conservación y almacenamiento de la muestra de agua en cadena de frío



**Figura 05.** Recolección de muestras de agua para análisis fisicoquímico y microbiológico